

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
PARIS

①1 N° de publication :  
(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)

**2 787 608**

②1 N° d'enregistrement national :

**98 16229**

⑤1 Int Cl<sup>7</sup> : G 06 K 11/14, G 01 B 17/00

⑫

**DEMANDE DE BREVET D'INVENTION**

**A1**

②2 Date de dépôt : 22.12.98.

③0 Priorité :

④3 Date de mise à la disposition du public de la  
demande : 23.06.00 Bulletin 00/25.

⑤6 Liste des documents cités dans le rapport de  
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du  
présent fascicule*

⑥0 Références à d'autres documents nationaux  
apparentés :

⑦1 Demandeur(s) : CLIC CHOC MULTIMEDIA Société à  
responsabilité limitée — FR.

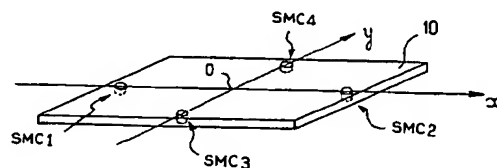
⑦2 Inventeur(s) : NIKOLOVSKI JEAN PIERRE, DEVIGE  
FABRICE, YON SYLVAIN et CASSAGNE FRANCIS.

⑦3 Titulaire(s) :

⑦4 Mandataire(s) : REGIMBEAU.

⑤4 **PLAQUE ACOUSTIQUE INTERACTIVE A MOYENS DE TRAITEMENT DU SIGNAL PERFECTIONNES.**

⑤7 L'invention concerne un dispositif d'acquisition de coordonnées de points d'interaction d'une source acoustique avec la surface d'une plaque de dimensions finies comprenant un ensemble de capteurs acoustiques (SMC1 à SMC4) formés chacun d'une paire de transducteurs piézo-électriques situés en vis-à-vis de part et d'autre de la plaque, le dispositif comprenant des moyens de traitement pour déterminer les coordonnées dudit point d'interaction par l'analyse de la différence de temps de propagation des ondes acoustiques émises par la source vers les différents capteurs, dispositif caractérisé en ce que les moyens de traitement comprennent en association avec chaque capteur un circuit électronique respectif comprenant en cascade des moyens pour effectuer une préamplification large bande, et des moyens d'amplification sélective centrée sur une première fréquence prédéterminée.



**FR 2 787 608 - A1**



La présente invention a trait de manière générale aux dispositifs de  
5 communication interactive entre un utilisateur et une machine.

Plus précisément, l'invention concerne un dispositif de recueil et de  
traitement d'ondes acoustiques transmises par un utilisateur à une plaque  
servant d'interface avec une machine, ledit dispositif analysant les temps de  
propagation des ondes acoustiques dans la plaque notamment pour mesurer  
10 les coordonnées X, Y d'impacts sur la surface de la plaque.

On connaît par le brevet WO 96/11378 un dispositif d'acquisition de  
coordonnées X, Y du point d'une plaque rigide auquel une source émet  
ponctuellement des paquets d'ondes, par analyse du temps de propagation  
des ondes dans la plaque dans deux directions X et Y de la plaque.

15 Dans ce dispositif, deux paires de transducteurs sont associées  
respectivement à chaque direction X, Y. La position de la source selon  
chaque direction est déterminée par la mesure du différentiel des temps  
d'arrivée des paquets d'ondes sur les deux paires de transducteurs  
respectives de ladite direction. Le dispositif comprend également des  
20 moyens en aval des transducteurs pour traiter le mode de Lamb asymétrique  
 $A_0$  des ondes acoustiques se propageant dans la plaque.

La source peut être par exemple un stylet muni de moyens d'émission  
d'ondes, ou encore un simple objet dur venant en impact sur la plaque et  
générant ainsi des paquets d'ondes. Le dispositif comprend une machine  
25 (par exemple un calculateur) de traitement des données pouvant commander  
l'émission de signaux à destination de l'utilisateur afin de permettre un  
fonctionnement interactif.

Un but de l'invention est d'améliorer la qualité et la fiabilité de la  
réception des ondes acoustiques dans un dispositif du type de celui évoqué  
30 ci-dessus.

Un autre but de l'invention est d'améliorer également l'ergonomie du dispositif en étendant les possibilités de communication entre un utilisateur et l'interface constituée par la plaque, en particulier en permettant une communication sans qu'il y ait de choc d'un objet sur la plaque.

- 5            Enfin, l'invention vise également à améliorer la sécurité du dispositif, en particulier dans le cas d'une plaque réalisée dans un matériau fragile tel que le verre.

Pour atteindre ces buts, l'invention propose un dispositif d'acquisition de coordonnées de points d'interaction d'une source acoustique  
10 avec la surface d'une plaque de dimensions finies comprenant un ensemble de capteurs acoustiques formés chacun d'une paire de transducteurs piézo-électriques situés en vis-à-vis de part et d'autre de la plaque, le dispositif comprenant des moyens de traitement pour déterminer les coordonnées dudit point d'interaction par l'analyse de la différence de temps de  
15 propagation des ondes acoustiques émises par la source vers les différents capteurs, dispositif caractérisé en ce que les moyens de traitement comprennent en association avec chaque capteur un circuit électronique respectif comprenant en cascade des moyens pour effectuer une préamplification large bande, et des moyens d'amplification sélective centrée  
20 sur une première fréquence prédéterminée.

Des aspects préférés, mais non limitatifs du dispositif selon l'invention sont les suivants :

- les capteurs sont au nombre de quatre et les transducteurs piézo-électriques de chaque capteur sont des disques céramiques piézo-  
25 électriques collés de part et d'autre de la plaque, de manière à ce que les quatre capteurs forment sur la plaque les sommets d'un losange dont le centre constitue l'origine des coordonnées,

- ladite première fréquence prédéterminée est de l'ordre de 100 kHz et lesdits moyens d'amplification sélective centrée comprennent un  
30 amplificateur sélectif pour détecter la fraction d'énergie engendrée par la source au voisinage de ladite première fréquence prédéterminée,

- la localisation d'un point d'interaction de la source avec la plaque consiste à extraire la composante fréquentielle ultrasonore au voisinage de 100 kHz engendrée par l'impact d'un objet dur tel que l'ongle du doigt, une clef métallique, un stylo à bille, une matière plastique dure et à déterminer la différence des temps de vol entre deux capteurs d'une première paire d'une part et deux capteurs d'une deuxième paire d'autre part, de sorte que les coordonnées cartésiennes du point d'impact  $(x_r, y_r)$  sur la plaque soient

données par la formule :

$$x_r = k_x \text{sign}(x_r) \sqrt{\frac{4x_M^2 - \Delta t_x^2 v^2 + \Delta t_y^2 v^2}{4 \left( \frac{4x_M^2 - \Delta t_x^2 v^2}{\Delta t_x^2 v^2} - \frac{\Delta t_y^2 v^2}{4y_M^2 - \Delta t_y^2 v^2} \right)}} \quad \text{où } x_M$$

$$y_r = k_y \text{sign}(y_r) \sqrt{\frac{4y_M^2 - \Delta t_y^2 v^2 + \Delta t_x^2 v^2}{4 \left( \frac{4y_M^2 - \Delta t_y^2 v^2}{\Delta t_y^2 v^2} - \frac{\Delta t_x^2 v^2}{4x_M^2 - \Delta t_x^2 v^2} \right)}}$$

- et  $y_M$  désignent la position des capteurs par rapport au centre du losange,  $v$  la vitesse du mode de Lamb antisymétrique dans la plaque,  $\Delta t_x$  (respectivement  $\Delta t_y$ ) la différence des temps de propagation du paquet d'onde engendré par l'impact entre les capteurs de la première paire (respectivement de la deuxième paire),  $k_x$  (respectivement  $k_y$ ) des coefficients valant 1 ou -1 et  $\text{sign}(x_r)$ ,  $\text{sign}(y_r)$  les signes des coordonnées  $x_r$  et  $y_r$ ,

- lesdits circuits électroniques associés aux capteurs comprennent en cascade un étage préamplificateur large bande, un étage élévateur au carré, un étage détecteur de, un étage intégrateur, et un étage d'adaptation à un niveau logique,
- ledit niveau logique est du type CMOS,
- les circuits électroniques associés aux capteurs respectifs comprennent en amont desdits moyens d'amplification sélective une dérivation vers des moyens d'analyse d'au moins une autre composante spectrale afin de caractériser la nature de la source acoustique ou des dimensions de la source,

- les moyens d'analyse comprennent au moins un filtre sélectif passe-bande centré individuellement sur une fréquence de centrage prédéterminée différente de ladite première fréquence prédéterminée, et les moyens de traitement comprennent en aval desdits circuits électroniques associés aux capteurs respectifs un module logique programmable,
- ladite fréquence de centrage est située dans le spectre audible, de préférence dans la limite supérieure du spectre audible,
- ledit module logique programmable comprend un composant logique apte à déterminer si un signal généré par la source dans la plaque comprend des composantes significatives à la fois autour de la première fréquence prédéterminée et autour de la ou les fréquence(s) de centrage,
- il est prévu des moyens pour déterminer l'intensité d'un signal transmis par la source à la plaque autour de la première fréquence prédéterminée,
- lesdits moyens de détermination d'intensité comprennent des moyens pour mesurer sous forme d'une réverbération le nombre d'échos sur les bords de la plaque d'une onde acoustique générée autour de la première fréquence prédéterminée par une interaction de la source et de la plaque,
- il est prévu pour mesurer la réverbération un compteur 12 bits alimenté par la sortie des moyens d'amplification sélective centrée sur une première fréquence prédéterminée issue d'un des capteurs et adaptée à la logique CMOS,
- le compteur d'impact est activé par une horloge stable, le comptage étant autorisé aussi longtemps que l'enveloppe des échos successifs du train d'ondes engendré dans la plaque au voisinage de la première fréquence prédéterminée reste au dessus d'un seuil déterminé,
- il est également prévu des moyens pour déterminer l'intensité d'un signal transmis par la source à la plaque autour d'au moins une fréquence de centrage différente de la première fréquence prédéterminée,
- il est également prévu au moins un autre compteur associé individuellement à une fréquence de centrage et apte à comptabiliser le

nombre d'échos sur les bords de la plaque d'une onde acoustique générée autour de ladite fréquence de centrage associée par une interaction de la source et de la plaque,

- il est prévu des moyens pour déterminer la nature de la source en fonction de l'intensité du signal transmis de la source à la plaque autour de la première fréquence prédéterminée et de la ou des fréquence(s) de centrage,

- il est prévu des moyens pour envoyer à un utilisateur un message lumineux via un périphérique relié aux moyens de traitement, lui indiquant si une interaction a généré un signal acoustique se trouvant dans une plage de réverbération désirée,

- selon une valeur seuil atteinte par un ou plusieurs compteurs associés chacun individuellement à une fréquence, le dispositif est apte à déclencher des actions préventives pour la sécurité de la plaque, par exemple en actionnant une alarme ou en déclenchant la fermeture d'un rideau métallique recouvrant la plaque,

- la source est apte à exciter la plaque sans que ladite plaque transmette à l'environnement ambiant des ondes sonores,

- la source est un stylet dont un corps principal longitudinal creux comprend une source d'énergie électrique, un générateur d'impulsions électriques apte à être alimenté par la source d'énergie électrique, un disque piézo-électrique en céramique apte à être excité par le générateur d'impulsions pour amener en résonance longitudinale une cavité du corps principal remplie d'un composant ayant une impédance mécanique comparable à celle du matériau constituant le corps principal, ladite cavité du corps principal étant fermée par une pastille réalisée dans un matériau mou d'impédance comparable tel que du silicone,

- le générateur d'impulsions électriques est apte à émettre en continu des rafales d'impulsions autour de 100 kHz et le corps principal creux est réalisé dans une matière entrant en résonance autour de cette fréquence, par exemple une matière plastique,

- le composant remplissant ladite cavité du corps principal est un liquide antigel,
  - le stylet comporte un interrupteur d'alimentation pour contrôler l'émission des ondes acoustiques,
- 5           - la plaque est apte à être excitée par une onde de compression générée par la voix d'un utilisateur, et la sortie de l'étage de préamplification large bande d'au moins un des circuits électroniques associés aux capteurs respectifs est dérivée vers des amplificateurs passe-bas, par exemple des filtres de Bessel d'ordre 6 limités à la bande audible,
- 10           - la sortie desdits amplificateurs passe-bas est déroutée vers un connecteur de sortie de type Jack stéréo et par la suite vers une carte d'acquisition audio,
- un ou plusieurs filtres électroniques coupe bande sont insérés à la suite des filtres passe-bas pour compenser les résonances propres de la
- 15 plaque à certaines fréquences,
- il comprend un filtre logiciel à fonction de transfert inverse de la réponse fréquentielle acousto-électrique de la plaque sur une bande de fréquence donnée de quelques kiloHertz, pour traiter les signaux audio provenant de la plaque de verre,
- 20           - l'un des capteurs est apte à être commuté en émetteur d'un paquet d'ondes ultrasonores afin de déclencher un test d'intégrité de la plaque comprenant la mesure :
- des différence de temps de propagation du paquet d'ondes entre les différents capteurs,
- 25           • et de la réverbération du paquet d'ondes grâce à un compteur d'impacts,
- et le dispositif comprend des moyens pour comparer ladite valeur de réverbération à des valeurs de référence et des moyens pour déclencher des actions préventives pour la sécurité de la plaque, par exemple en actionnant
- 30 une alarme ou la fermeture d'un rideau métallique recouvrant la plaque,

- le test d'intégrité est déclenché par une instruction d'écriture à une adresse mémoire, mettant en route un compteur général et un oscillateur à partir duquel une rafale logique et son inverse logique sont aptes à actionner les grilles de composants électroniques commandant l'adaptation de la rafale  
5 logique à une tension plus élevée appliquée au capteur commuté en émetteur, ladite tension plus élevée étant obtenue à l'aide de l'oscillateur et d'une pompe à diodes reliée à des condensateurs réservoirs,
- l'oscillateur est un oscillateur à relaxation opérant à environ 100 kHz, ladite tension plus élevée est de l'ordre de 60 Volts et lesdits composants  
10 électroniques sont des transistors NMOS et PMOS,
- l'étage d'entrée du circuit électronique associé au capteur commuté en émetteur est protégé de la rafale de tension plus élevée par des transistors de commutation NMOS bloqués pendant la rafale et passants lorsque le capteur apte à être commuté en émetteur est en mode réception,
- 15 - le test d'intégrité de la plaque se fait au démarrage du dispositif et juste après une interaction entre la source et la plaque,
- des paires de transducteurs supplémentaires sont dédiées au test d'intégrité,
- les paires de transducteurs supplémentaires sont également au  
20 nombre de quatre et définissent un deuxième losange orienté à 45° par rapport au losange des capteurs, les paires de transducteurs supplémentaires participant également à la mesure de coordonnées de points d'interaction entre la source et la plaque,
- le dispositif constitue une interface périphérique avec une machine  
25 qui reçoit les signaux issus des moyens de traitement, et qui en fonctions des dits signaux commande l'exécution de fichiers contenus dans l'ordinateur par divers périphériques de types connus reliés à l'ordinateur tels que par exemple de manière non limitative un projecteur vidéo, des sources lumineuses, des haut-parleurs, une imprimante, ou encore un boîtier  
30 d'automatismes commandant une action mécanique comme la fermeture d'un rideau de protection,



- ladite machine est un ordinateur muni d'un écran,
  - un pixel de coordonnées à l'écran de l'ordinateur montrant une image de la plaque est associé à un point physique de la plaque de coordonnées, la conversion des coordonnées comprenant les opérations suivantes :
- 5 a) marquage visuel du centre des capteurs,
  - b) enregistrement d'une image numérique incluant l'origine,
  - c) délimitation sur l'image numérique d'un cadre de travail de centre C, et calcul de la longueur et de la hauteur en pixels du cadre de travail,
  - d) définition d'une correspondance homothétique qui donne l'échelle du
  - 10 cadre de travail, c'est à dire la longueur L et la hauteur l en millimètres correspondant sur la plaque au cadre de travail dessiné,
  - e) positionnement sur l'image numérique d'un curseur pointant sur le centre des capteurs, c'est à dire sur l'origine des coordonnées réelles de la plaque, repérée visuellement en a),
  - 15 de sorte qu'un pixel de coordonnées  $N_{xq}, N_{yq}$  quelconque du cadre de travail sera relié à ses coordonnées réelles selon la formule :

$$\begin{aligned} N_{xq} &= \frac{x_R N_{\max x}}{L} + N_{\alpha} \\ N_{yq} &= \frac{-y_R N_{\max y}}{\ell} + N_{\alpha} \end{aligned}$$

- une portion de la plaque définie comme cadre de travail équivalent à l'écran de l'ordinateur est divisible en zones de formes quelconques, chaque
- 20 zone correspondant à un domaine de l'image numérique de la plaque qui est stockée dans l'ordinateur et qui est apte à être activée par une interaction à un endroit de la plaque appartenant à la zone, pour commander l'exécution de différents groupes de programmes de l'ordinateur,
- l'ordinateur est apte à procéder à l'une au moins des opérations
- 25 suivantes :
- une temporisation qui neutralise la détection des ondes acoustiques pendant un intervalle de temps donné après la détection d'une interaction de la source et de la plaque,

- des tests de bon fonctionnement d'une carte d'acquisition des signaux, en visualisant sur l'écran de l'ordinateur le lieu d'un impact physique sur la plaque ainsi que la valeur de compteurs d'impacts,
- une simulation du fonctionnement de la plaque sans faire intervenir la plaque et la carte d'acquisition, en déclenchant les séquences grâce à la  
5 souris de l'ordinateur qu'on positionne et qu'on actionne sur les domaines souhaités de l'image numérique du cadre de travail de la plaque,
- une sauvegarde globale des fichiers de l'ordinateur liés au fonctionnement de la plaque (en particulier les fichiers constituant les  
10 séquences associées à chacun des domaines de l'image numérique de la plaque) selon les règles suivantes :
  - a) tous les fichiers formant une séquence sont sauvegardés dans un répertoire portant le nom du domaine auquel cette séquence est associée;
  - 15 b) tous les répertoires des domaines se trouvent dans un répertoire unique contenant en plus le fichier source,
- une aide à un utilisateur sous forme d'un texte ou d'une image explicitant toutes les actions possibles à un instant donné lorsqu'une séquence est en cours d'exécution ou décrivant les moyens de lancer une séquence  
20 lorsque le dispositif est en état d'attente,
- un module statistique pour exploiter les informations recueillies par l'ordinateur, et indiquant en particulier le nombre d'interactions ayant été effectuées pendant une période donnée avec chaque zone du cadre de travail de la plaque,
- 25 - il est prévu des moyens complémentaires permettant le déclenchement par exemple la nuit de l'éclairage de la plaque ou d'une zone de la plaque suite à un choc sur une partie quelconque ou prédéterminée du cadre de travail de la plaque,
  - les transducteurs constitutifs de chaque sont connectés à un pont de  
30 résistances associé au capteur avant d'attaquer les des préamplificateurs large bande des circuits électroniques associés au capteur,

- la plaque est en verre.

D'autres aspects, buts et avantages de la présente invention apparaîtront mieux à la lecture de la description détaillée suivante de formes de réalisation préférées de celle-ci, donnée à titre d'exemple non limitatif et  
5 faite en référence aux dessins annexés, sur lesquels :

- la figure 1 est une vue en perspective d'une vitrine équipée de capteurs et opérant selon le principe décrit dans le brevet WO 96/11378,
- la figure 2 est une vue schématique en coupe montrant deux types  
10 d'impacts perpendiculaires à la vitrine opérés avec un même objet longiligne, ici une clef, maintenu différemment,
- la figure 3a est un schéma bloc des quatre voies analogiques identiques de traitement des signaux fournis par les récepteurs de la vitrine de la figure 1,
- 15 - la figure 3b est un schéma bloc des circuits analogiques de traitement de l'une des quatre voies de la figure 3a,
- la figure 4 est un schéma bloc des connecteurs, circuits analogiques, numériques de traitement des signaux issus de différents noeuds électriques des quatre voies de la figure 3a,
- 20 - la figure 5 est un schéma bloc d'une partie de l'architecture interne du composant programmé "wavepro3" de la figure 4,
- la figure 6 est un schéma bloc des circuits de filtrage passe-bas audio des signaux issus des étages préamplificateurs de deux voies de la figure 3a,
- 25 - la figure 7 est une vue schématique en coupe axiale d'un stylet selon une forme de réalisation préférée de l'invention,
- la figure 8 représente une vue schématique du circuit électrique d'équilibrage d'un des quatre capteurs de la vitrine de la figure 1,
- la figure 9 est un schéma bloc de circuits de génération d'impulsions  
30 en mode rafale à 60V pour effectuer un test d'intégrité de la vitrine,

- la figure 10 est un schéma bloc d'une partie de l'architecture interne du composant programmé "wavepro3" destinée à la génération de signaux de commandes des transistors du générateur d'impulsion de la figure 9,

- la figure 11 est une vue schématique d'une vitrine montrant un doublement du nombre de capteurs, par rapport à la configuration de la figure 1,

- la figure 12 est une vue schématique de la vitrine de la figure 1, sur laquelle on a superposé et fait coïncider les limites d'une image numérisée en 640 x 480 pixels d'une partie de la vitrine, permettant de réaliser une correspondance entre les coordonnées réelles d'un point d'impact et les coordonnées en pixels de l'image numérique de ce même point.

En référence tout d'abord à la figure 1, on a représenté une plaque 10 telle que celle décrite dans le brevet WO 96/11378. Cette plaque comprend quatre paires SMC1, SMC2, SMC3, SMC4 de transducteurs piezo-électriques qui constituent chacune un capteur acoustique, les deux transducteurs de chaque paire étant fixés en vis-à-vis sur les deux faces opposées de la plaque (par exemple par collage) pour recueillir les ondes acoustiques circulant dans la plaque.

Un repère orthogonal X, Y d'origine O est associé à la plaque 10, le centre de la plaque pouvant coïncider avec l'origine O du repère. Les capteurs SMC1 et SMC2 sont situés sur l'axe X, opposés symétriquement par rapport à l'origine du repère. Ils ont pour coordonnées respectives  $(-X_M, 0)$  et  $(X_M, 0)$ . Les capteurs SMC3 et SMC4 sont situés sur l'axe Y, opposés symétriquement par rapport à l'origine du repère. Ils ont pour coordonnées respectives  $(0, -Y_M)$  et  $(0, Y_M)$ .

Les ondes acoustiques peuvent en particulier être générées par le choc d'un objet sur la plaque. Comme on va le voir, elles peuvent également être générées par d'autres formes d'excitation de la plaque par un utilisateur.

La plaque est réalisée dans un matériau rigide constituant un bon conducteur acoustique isotrope autour de 100kHz, tel que le verre. Cette plaque peut être plane comme dans le présent mode de réalisation où elle

constitue une vitrine en verre, mais peut également être définie par une surface courbe.

La Demanderesse a observé que le spectre fréquentiel acoustique du mode de Lamb antisymétrique  $A_0$  engendré par un objet percutant la vitrine isotrope, qui s'étend de quelques dizaines de Hertz à plusieurs centaines de kiloHertz, possède des propriétés qui dépendent de la nature et des dimensions de l'objet utilisé pour communiquer avec la vitrine.

Ainsi, plus l'objet percutant la vitrine est mou et moins le spectre contient de composantes vers les hautes fréquences. Ainsi si l'on considère par exemple le doigt de la main, le spectre sera différent selon que l'on frappe avec la peau ou l'ongle du doigt. La différence est d'ailleurs remarquable dans le spectre audible.

Par ailleurs, si l'on considère un objet dur tel qu'une clef métallique, le spectre acoustique dépendra également de la façon dont on percute la vitrine, comme on va le voir en référence à l'exemple de la figure 2.

Lorsqu'on frappe la vitrine avec une clef C1 de forme longiligne orientée perpendiculairement à la surface de la vitrine, le spectre acoustique des ondes générées dans la vitrine contient moins de composantes vers les hautes fréquences que si le choc était produit en inclinant la clef (clef C2).

La raison de cette différence est liée à la durée de l'impact. Plus l'impact est de durée longue, plus le spectre engendré contient des basses fréquences. Lorsque la clef longiligne qui frappe la vitrine lui est perpendiculaire, la durée de l'impact est plus grande que si l'on frappe en tenant la clef inclinée.

En effet, la durée de l'impact d'un objet est liée au temps de transit de la quantité de mouvement dans l'objet pendant la percussion. Un objet longiligne frappant la vitrine perpendiculairement sera associé à un temps de transit d'une onde acoustique longitudinale se rétro-propageant le long de l'objet percutant.

Si cet objet frappe la vitrine avec une approche perpendiculaire mais en étant maintenu incliné (clef C2), la réaction de la vitrine reste

perpendiculaire et la quantité de mouvement qui se rétropropage dans l'objet par réaction de la vitrine dure le temps que met l'onde acoustique à atteindre les limites de l'objet dans la direction perpendiculaire à la vitrine, temps qui est plus court que dans le cas d'une clef orientée perpendiculairement à la vitrine (clef C1).

5 Ainsi, il est possible de déduire du spectre des fréquences acoustiques engendrées par l'impact des informations sur l'objet utilisé par un utilisateur pour communiquer avec la vitrine. On va voir ci-après que la Demanderesse a élaboré des moyens pour exploiter de telles informations  
10 pour atteindre les buts de l'invention.

Le fonctionnement de la vitrine interactive du WO 96/11378 implique la détection du mode de Lamb antisymétrique  $A_0$  à des fréquences ultrasonores suffisamment élevées pour pouvoir obtenir une bonne précision dans la détection des ondes acoustiques autour de 100 kHz.

15 Comme représenté sur la figure 3a, on associe à chaque capteur de la vitrine, qui délivre un signal respectif AOPX-, AOPX+, AOPY-, AOPY+, un circuit électronique de détection respectif D1, D2, D3 et D4. Les circuits D1 à D4 sont équivalents.

La figure 3b détaille les éléments principaux du circuit D1. Ce circuit  
20 effectue une préamplification large bande, suivie d'une amplification sélective centrée sur 100 kHz grâce à un amplificateur sélectif IC2G\$2 pour détecter la fraction d'énergie engendrée par un impact au voisinage de cette fréquence.

Cette amplification sélective est importante, car la Demanderesse a observé qu'en général cette fraction est très faible comparée à la fraction  
25 récupérable dans le spectre audible dans le cas d'un signal généré par un impact sur la vitrine.

A la suite de cette amplification sélective centrée sur 100 kHz, le signal est élevé au carré par le circuit référencé IC3, puis une détection de crête est opérée par le circuit référencé IC4G\$1 et IC4G\$2.

30 A la suite de cette détection de crête, le signal est intégré à l'aide du montage à amplificateur opérationnel IC5 faisant passer la sortie de cet

amplificateur d'un niveau saturé positif obtenu à l'aide de ponts de résistances sur les entrées inverseuses, à un niveau saturé négatif lorsqu'un paquet d'ondes est détecté.

5 Cette transition d'un niveau saturé positif à un niveau saturé négatif sur la grille du transistor PMOS T1 a pour effet de le rendre passant dès que la tension de grille descend au dessous de 3,5 Volts.

Les sorties respectives XMOINS, XPLUS, YMOINS et YPLUS des circuits D1, D2, D3 et D4 sont reliées à un calculateur de traitement de type ordinateur, par l'intermédiaire de composants qui seront décrits plus loin  
10 dans ce texte.

On va maintenant détailler différents aspects de l'invention qui permettent d'assurer un fonctionnement opérationnel fiable et ergonomique d'une vitrine fonctionnant selon le principe décrit dans le brevet WO 96/11378, en particulier dans un environnement comprenant des perturbations acoustiques. A cet effet, on se fonde sur l'exemple d'une vitrine  
15 de magasin équipée de capteurs et à laquelle un utilisateur transmet des signaux acoustiques pour interagir avec un ordinateur relié aux capteurs.

Selon un premier aspect, un problème opérationnel lié à la réception des ondes acoustiques engendrées autour de 100 kHz est la présence de  
20 bruits terrestres, issus par exemple de micro-vibrations du sous-sol, dans ce domaine de fréquence. Ces bruits qui se propagent à la surface de la terre peuvent être transmis à la vitrine et exciter les transducteurs piézo-électriques, ce qui peut alors engendrer une détection intempestive d'ondes autour de 100 KHz et perturber le fonctionnement de la vitrine.

25 Les bruits terrestres ont cependant un spectre acoustique différent du spectre engendré par un utilisateur percutant la vitrine avec son ongle ou un objet dur pour interagir avec un ordinateur relié à la vitrine. De telles percussions émettraient en effet des ondes à la fois autour de 100 kHz et dans le spectre audible. Les bruits terrestres présentent quant à eux très peu de  
30 composantes spectrales dans le domaine audible (défini dans ce texte comme domaine basse fréquence).

Pour éviter que la vitrine ne soit activée par un bruit terrestre, une solution consiste donc à procéder à une analyse fréquentielle du signal détecté, afin de vérifier qu'un signal détecté autour de 100 kHz par les circuits D1 à D4 contient également des fréquences dans la gamme audible.

5 Cela peut se faire de manière connue à partir d'une numérisation du signal et un traitement approprié, par exemple l'étude de la transformée de Fourier discrète du signal numérisé.

Plus simplement et de façon plus économe, une solution préférée selon l'invention consiste à réaliser une amplification sélective, par exemple  
10 au voisinage de 10 kHz et de préférence dans la limite supérieure du spectre audible, sur une des quatre voies issues des capteurs respectifs de la vitrine, après une préamplification large bande du signal.

La figure 4 montre ainsi que la sortie BFX- de l'étage de préamplification large bande de l'amplificateur sélectif du circuit D1 de la  
15 figure 3b est adaptée à la logique CMOS en faisant commuter un transistor PMOS T5. Ce transistor peut ensuite valider une bascule de contrôle pour déterminer si le signal détecté contient des fréquences basses

Dans le mode de réalisation préféré de la figure 4, si une composante basse fréquence en provenance du capteur SMC1 est détectée, T5 active  
20 l'entrée horloge d'un compteur BF d'un composant logique programmable WAVEPRO3, alors que les signaux XMOINS, XPLUS, YMOINS et YPLUS centrés sur 100 KHz et issus des circuits D1 à D4 sont également transmis au composant WAVEPRO3 dans lequel ces signaux déclenchent, comme on le détaillera plus loin dans ce texte, des bascules respectives.

25 Dans le composant WAVEPRO3 dont la structure et le fonctionnement seront explicités en référence à la figure 5, une fonction ET logique identifie les signaux véhiculant une énergie à la fois dans le spectre basse fréquence et dans le spectre voisin de 100 kHz, et permet ainsi de discriminer les déclenchements intempestifs de la vitrine dus aux bruits d'origine terrestre.

30 D'autre part, selon un deuxième aspect pouvant être relié à l'aspect ci-dessus ou non, le bon fonctionnement de la vitrine implique aussi de



quantifier l'amplitude d'une composante spectrale d'une onde acoustique circulant dans la vitrine.

En effet, il est possible qu'un impact sur la vitrine soit tout juste assez fort pour déclencher seulement certaines des bascules respectives associées aux quatre capteurs de la vitrine. Dans ce cas, la détermination  
5 des coordonnées du point d'impact sur la vitrine est impossible.

Il est également possible qu'un signal relativement faible généré par un impact sur la vitrine déclenche dans le composant WAVEPRO3 les quatre bascules des quatre capteurs de la vitrine, mais qu'en raison de la différence  
10 de distance entre deux capteurs associés à une même direction et de l'intégration quadratique qui est effectuée sur les signaux délivrés par les capteurs par les circuits respectifs D1 à D4 après l'amplification sélective autour de 100 kHz, apparaisse une dissymétrie importante dans l'amplitude des signaux de la paire (XMOINS, XPLUS) ou de la paire (YMOINS,  
15 YPLUS). Dans ce cas, la détermination des coordonnées d'impact est également problématique et le fonctionnement de la vitrine n'est pas correct.

A l'opposé, un choc violent sur la vitrine effectué par exemple avec un objet métallique peut engendrer des modes plus rapides que le mode  $A_0$ , en particulier le mode symétrique  $S_0$ , et ce en proportion suffisante pour que les  
20 bascules du dispositif commutent sur ce mode symétrique pour lequel elles ne sont pas prévues. Dans ce cas, le fonctionnement normal de la vitrine est également perturbé.

Il est donc nécessaire de disposer d'une donnée quantitative de l'amplitude des signaux acoustiques circulant dans la vitrine afin de  
25 déterminer si le signal détecté se trouve dans une plage d'amplitude acceptable.

Une méthode préférée selon l'invention pour quantifier l'amplitude associée à un impact dans la vitrine consiste à mesurer la réverbération du signal dans la vitrine à la suite de l'impact. On définit ici la réverbération  
30 comme le temps nécessaire pour que le niveau de signal redescende en dessous d'un seuil d'amplitude déterminé suite à un impact.

Dans le cas particulier d'une vitrine de magasin, ce temps dépend en premier lieu de l'intensité du choc mais également de la taille de la vitrine et de l'effet absorbant des joints de maintien de la vitrine. A taille de vitrine constante, ce temps peut donc varier d'une vitrine à l'autre. Pour une vitrine donnée, on calibrera au moment de l'installation de la vitrine et des capteurs les réverbérations minimales et maximales encadrant un fonctionnement correct de la vitrine.

Pour quantifier la réverbération associée aux ondes acoustiques consécutives à un impact sur la vitrine, l'un des signaux de sortie respectifs AMPX-, AMPX+, AMPY-, AMPY+ des filtres sélectifs centrés sur 100 KHz est adapté à la logique CMOS à l'aide d'un transistor NMOS T6 comme représenté sur la figure 4, puis envoyé sur l'entrée d'horloge CLKi d'un compteur d'impact 12 bits du composant WAVEPRO3.

Ce compteur permet de comptabiliser le nombre de franchissements, par un signal autour de 100 KHz, d'un seuil d'amplitude prédéterminé.

Il est à noter que les signaux acoustiques générés par un impact sur la vitrine peuvent être détectés une première fois par les quatre capteurs acoustiques puis rebondir sur les parois de la vitrine qui constituent les frontières d'une cavité pleine en verre dans laquelle les ondes sont piégées. Les capteurs peuvent donc également détecter les passages successifs de trains d'ondes réfléchis issus du même impact, si celui-ci transmet une grande quantité d'énergie à la vitrine.

Le compteur CLKi permet de comptabiliser pour un impact donné le nombre total de franchissements de seuil, qu'ils soient issus d'un premier train d'ondes incident ou de trains d'ondes réfléchis, et d'établir ainsi la quantité totale d'énergie associée à l'impact. Le temps de réverbération est mesuré par le compteur 12 bits par pas de 10  $\mu$ s.

Une variante à cette méthode de mesure de la réverbération à 100 kHz consiste à commander l'entrée horloge du compteur d'impact CLKi à l'aide d'une horloge stable à 100 kHz, le comptage étant autorisé aussi longtemps que l'enveloppe des échos successifs du train d'ondes engendré

dans la plaque au voisinage de 100 kHz reste au dessus d'un seuil déterminé.

Le système selon l'invention comprend ainsi un compteur d'impacts qui permet de quantifier l'énergie associée à un choc. Cette information  
5 transmise à l'ordinateur auquel le composant WAVEPRO3 est relié peut ensuite être utilisée par cet ordinateur pour générer un signal relatif à la qualité de l'impact à destination de l'utilisateur.

Ainsi il est possible par exemple d'utiliser un périphérique relié à l'ordinateur pour émettre à destination d'un usager un signal lumineux pour  
10 lui indiquer si un impact se trouve dans une plage de fonctionnement désirée : lumière verte pour un choc acceptable, lumière rouge pour un choc trop faible ou trop fort.

Selon l'invention, il peut en outre être intéressant de simultanément quantifier l'énergie associée à un impact tout en effectuant une analyse  
15 spectrale telle que décrite ci-dessus selon le premier aspect évoqué de l'invention.

En effet, on a dit que des impacts générés par des objets de dureté différentes produisaient dans la vitrine des ondes acoustiques dont la répartition spectrale était différente. En quantifiant les énergies associées à  
20 deux ou plusieurs fréquences données on peut déterminer la nature du matériau utilisé pour heurter la vitrine, ce qui peut être avantageux par exemple en termes de sécurité (une telle disposition permettrait en effet de pouvoir déclencher une action préventive de protection, par exemple en actionnant une alarme ou en déclenchant la fermeture d'un rideau métallique  
25 recouvrant la vitrine, en cas de choc violent avec un objet dur).

En référence à la figure 5 qui détaille l'architecture du composant WAVEPRO3, une réalisation préférée de l'invention consiste à utiliser pour  
cela deux compteurs d'impacts, l'un activé par les filtres sélectifs à 100 KHz (compteur CLKi), l'autre activé par un filtre basse fréquence à 10 KHz  
30 (compteur BF).

Le composant WAVEPRO3 fonctionne selon la logique suivante :

- Quatre bascules FF1 à FF4 associées aux quatre capteurs respectifs de la vitrine peuvent être activées au niveau de leur entrée horloge par un signal respectif XMOINS, XPLUS, YMOINS, YPLUS issu d'une percussion sur la vitrine,
- 5 • Les signes SignX, SignY des coordonnées du point d'impact sont ensuite déterminés par des bascules FF5 et FF6. Les bascules FF1 à FF6 sont réinitialisées par un ordre d'écriture à une adresse donnée de la carte,
- Un compteur général PROCESS COUNTER de 16 bits comptant à la fréquence d'une horloge ck de 1 MHz est activé par la détection d'une
- 10 percussion par un capteur. Ce compteur général régit les étapes chronologiques d'acquisition des coordonnées.

En particulier, ce compteur envoie sur un bus ISA de transmission des données à l'ordinateur un message WrHF de présence de signal dans la gamme des 100 KHz, et ce 49,152 ms après l'impact. Ce délai donne le

15 temps aux compteurs d'impacts BF et CLKi de quantifier la réverbération à 100 KHz ainsi qu'à 10 KHz suite à un impact. Le message WrHF reste actif pendant  $2^{14}$  périodes d'horloge, soit 16,38 ms.

- Lorsque ce message WrHF est perçu par l'ordinateur de traitement, les données présentes sur les bus trois états associées à des adresses
- 20 mémoires sont lues séquentiellement par l'ordinateur et transformées en coordonnées de pixel sur une image numérisée de la vitrine selon le protocole qui sera décrit plus loin,
- Les programmes spécifiques contenus dans l'ordinateur et dont on va également exposer les étapes ci-dessous vérifient également l'état d'un
- 25 bit WrBF correspondant à l'entrée du compteur d'impacts BF. Les programmes de l'ordinateur disposent ainsi des signaux WrHF et WrBF et peuvent déterminer si un déclenchement de WrHF correspond à un signal terrestre ou non, par le signal WrBF,
- Selon un mode de réalisation particulier de l'invention, lorsqu'un choc fait
- 30 commuter WrBF et que WrHF ne commute pas dans un intervalle de temps prédéfini après la commutation de WrBF, cet intervalle de temps

pouvant être de l'ordre de 70 ms, un logiciel de l'ordinateur en déduit que l'utilisateur utilise un objet dont l'impact sur la vitrine génère des ondes basse fréquence, mais que cet objet est trop mou pour communiquer efficacement avec la vitrine. L'ordinateur peut alors envoyer, par  
5 l'intermédiaire d'un périphérique tel qu'un projecteur ou un moniteur, un message à l'utilisateur recommandant l'utilisation d'un objet plus dur.

Selon un autre aspect pouvant être considéré indépendamment ou non des aspects évoqués ci-dessus, l'invention propose d'améliorer l'ergonomie et le confort d'utilisation de la vitrine en étendant la  
10 communication entre l'utilisateur et la vitrine à des modes d'interactivité n'ayant pas recours à une percussion. Il peut en effet être particulièrement avantageux de supprimer la percussion avec un objet dur sur la vitrine, de telles percussions n'étant pas tolérables par exemple pour un commerçant ne disposant pas de suffisamment de place pour travailler dans la tranquillité à  
15 distance suffisante de la vitrine interactive.

Ainsi, selon une première variante de réalisation, on utilise avec profit la surface de la vitrine comme une membrane microphonique. En effet, si un objet percutant la vitrine injecte dans celle-ci de l'énergie à l'endroit de l'impact, la surface recevant l'énergie est cependant très faible, typiquement  
20 de l'ordre de quelques dizaines de microns carrés pour une clef. Une personne parlant en face de la vitrine émet vers celle-ci une onde de compression qui va exciter mécaniquement une surface beaucoup plus importante de la plaque de verre de la vitrine.

L'excitation de la vitrine s'opérant alors sur une surface  
25 considérablement plus grande que dans le cas d'un impact ponctuel, elle aboutit également à un signal détectable par les quatre capteurs de la vitrine. Le montage anti-symétrique des paires de transducteur piezo-électrique qui est décrit dans le brevet WO 96/11378 est tout à fait approprié à la détection du déplacement d'une telle onde.

30 Dans le cas des fréquences audibles, par exemple à 1 KHz, la longueur d'onde émise est grande devant l'épaisseur de la vitrine et celle-ci

se comporte comme une membrane. En outre, les disques piezo-électriques qui constituent les capteurs acoustiques du dispositif ont une surface de l'ordre de quelques centimètres carrés qui est beaucoup plus petite que la surface excitée de la vitrine. Plus la fréquence de l'onde émise diminue, et  
5 plus l'amplitude du déplacement de cette membrane et donc du signal augmente pour se rapprocher de son mode de résonance fondamental qui se situe vers quelques centaines de Hertz pour une vitrine de quelques mètres carrés.

Un utilisateur peut ainsi communiquer avec l'ordinateur en parlant et  
10 en faisant vibrer la vitrine. Comme représentés sur la figure 6, la sortie d'au moins un amplificateur large bande des circuits respectifs D1 à D4, par exemple BFX- ou BFX+, est à cet effet déroutée vers des amplificateurs passe-bas, mettant par exemple en œuvre un filtre de Bessel d'ordre 6, limités à la bande audible et destinés à adapter en amplitude et en  
15 impédance électrique le signal afin de pouvoir l'envoyer via un connecteur de type Jack vers une entrée de carte son.

Le signal peut également subir dans certains cas une convolution par un filtre multipolaire ayant pour but de compenser la sélectivité de la vitrine à certaines fréquences et d'obtenir une réponse régulière de la vitrine qui agit  
20 alors comme un microphone sur une bande de fréquences de quelques kiloHertz.

Il est à noter ici que d'un point de vue pratique, l'insertion d'un filtre au niveau de la carte électronique d'acquisition ne présente un intérêt que lorsqu'un grand nombre de vitrines de mêmes dimensions doivent être  
25 réalisées. Plus commodément, pour adapter le dispositif à des dimensions de plaques variées on utilise un filtre logiciel intégré dans l'ordinateur.

Aux fréquences audibles auxquelles on s'intéresse ici, les vitrines sont des membranes rectangulaires satisfaisant des conditions aux limites rigides : le déplacement mécanique normal à la plaque de verre est nul au  
30 niveau du joint qui maintient le bord de la vitrine.

Il suffit donc de rentrer les dimensions du cadre rigide de maintien de la vitrine pour déterminer les fréquences de résonance transversales de la plaque de verre et donc la fonction de transfert de la vitre. Une fonction de transfert inverse, dite filtre de Wiener, est ensuite calculée sur une bande de  
5 fréquence de quelques kiloHertz et appliquée à tout enregistrement audio provenant de la plaque de verre.

Il est à remarquer que des enregistrements stéréo sont possibles en associant à deux capteurs, par exemple les capteurs SMC1 et SMC2, deux entrées audio respectives. En effet, la vitesse des ondes antisymétriques  
10 dans une plaque de verre est environ de 3400 m/s, soit 10 fois plus rapides que la vitesse du son dans l'air. Autrement dit, des capteurs SMC1 et SMC2 distants par exemple de 1,5 mètres sont équivalents en terme de différence de temps de vol à des microphones espacés de 15 cm dans l'air. Le mode de réalisation de l'invention de la figure 6 représente ainsi un circuit traitant  
15 deux signaux préamplifiés BFX- et BFX+.

En tant que source d'excitation mécanique étendue, et basse fréquence, la voix ne permet pas de pointer un endroit précis de la vitrine. Mais elle complète avantageusement l'ergonomie d'une vitrine à laquelle sont associés les moyens de détection et de traitement décrits plus haut pour  
20 déterminer les coordonnées X, Y d'un impact sur la vitrine.

La variante décrite ci-dessus apporte ainsi un complément avantageux, un signal spécifique de la voix pouvant déclencher une action telle que l'alimentation d'une source lumineuse pour éclairer la vitrine ou encore pour permettre de laisser un message vocal.

25 Dans une deuxième variante qui permet également de communiquer avec la vitrine sans percussion, et qui permet quant à elle de déterminer les coordonnées X, Y d'un point de la vitrine choisi par un utilisateur, on peut prévoir un générateur d'ondes ultrasonores que l'utilisateur peut déplacer silencieusement sur la surface de la vitrine.

30 Comme représenté sur la figure 7, un tel générateur ultrasonore peut être réalisé sous la forme d'un stylet 100 renfermant dans un corps principal

101 longitudinal creux une source d'énergie électrique 102 située dans la partie haute du corps et constituée par exemple par des piles, un générateur continu de rafales d'impulsions et un disque piezo-électrique 104 en céramique qui, excité par le générateur d'impulsions lorsque celui-ci est  
5 alimenté par les piles, met en résonance une cavité 105 de la partie basse du corps réalisée dans un matériau plastique et remplie d'un liquide antigel 106 ayant une impédance mécanique comparable à celle du matériau constituant la cavité 105.

Typiquement, une cavité cylindrique en polycarbonate d'environ 7 mm  
10 de hauteur et de diamètre d'environ 5 mm remplie d'un antigel moteur standard convient pour générer des impulsions de l'ordre de 100 KHz.

Pour transmettre cette résonance mécanique à la vitre, l'extrémité basse de la cavité 105 opposée à la céramique 104 est couplée mécaniquement à une pastille 107, réalisée dans un matériau tel que le  
15 silicone, collée sur cette extrémité fermée de la cavité et dont la surface convexe offre une grande surface de couplage mécanique avec la vitrine 10.

La résonance mécanique de la cavité 105 est provoquée en excitant la pastille piezo-électrique 104 par une impulsion électrique comportant par exemple une rafale de 5 impulsions carrées de 48 Volts d'amplitude, à la  
20 fréquence de résonance de la cavité 105, soit 100 KHz. Des ondes acoustiques sont ainsi transmises à la vitrine autour de 100 KHz lorsque le stylet est maintenu en contact avec la vitrine par l'utilisateur en un point désiré de celle-ci.

Il est également possible de munir le stylet d'un interrupteur pour  
25 permettre à l'utilisateur de commander l'alimentation des piles 102 et donc de l'émission d'ondes acoustiques.

On notera que ce mode de réalisation particulier doit être de préférence utilisé avec une vitrine isolée correctement des bruits terrestres par exemple une vitre montée sur des supports élastomères ou une vitre  
30 d'une porte vitrée. En effet, un stylet tel que celui décrit plus haut n'est apte à



émettre qu'autour de la fréquence de résonance de la cavité et n'émet aucune onde basse fréquence.

Selon un autre aspect avantageux pouvant être considéré indépendamment des aspects évoqués ci-dessus, l'invention propose également une amélioration visant à la réjection des modes symétriques de propagation des ondes acoustiques dans la vitre, en particulier le mode  $S_0$ .

La vitrine du brevet WO 96/11378 propose déjà pour éliminer ces modes symétriques d'équiper chaque capteur d'une paire de transducteurs montés en regard l'un de l'autre de part et d'autre de la plaque de verre de la vitrine selon un mode particulier.

Cependant, un défaut d'alignement des surfaces de contact des transducteurs avec la vitrine (en raison de la parallaxe par exemple) altère l'efficacité de cette disposition. Une solution avantageuse pour remédier à cela est d'utiliser comme transducteurs piezo-électriques des disques dont le diamètre est grand devant l'erreur de recouvrement potentielle des disques.

Comme représenté sur la figure 8, une différence d'épaisseur des couches de colle 201, 202 servant à fixer les transducteurs respectifs PZT1, PZT2 de la paire sur la vitrine peut également perturber la réjection des modes symétriques. Une solution avantageuse selon l'invention est de mettre en œuvre un pont de résistances variables, comme représenté sur la figure 8, pour ajuster le gain relatif des deux disques piezo-électriques d'un même capteur.

Une autre caractéristique de l'invention concerne l'ajout d'une fonctionnalité permettant de vérifier l'état de la plaque constituant l'interface (intégrité de la plaque de verre, du collage et de l'état de connexion électrique des capteurs piézo-électriques).

Pour cela on commute l'un des quatre récepteurs piézo-électriques (par exemple Yplus) en émetteur que l'on excite par une impulsion électrique en mode rafale à 100 kHz. On mesure ensuite les temps de propagation  $t_{Y+Y-}$  et  $t_{Y+X-} - t_{Y+X+}$  ( $t_{ab}$  étant le différentiel de temps de réception des capteurs a et b), ainsi que la réverbération (état du compteur d'impact à 100 kHz) et l'on

compare ces valeurs à des valeurs de référence qui ont été enregistrées au moment de l'installation de la vitrine. En cas d'écart supérieur à un seuil déterminé, une alarme peut être déclenchée ou un rideau de protection descendu par l'intermédiaire de l'ordinateur.

- 5 D'un point de vue pratique, le contrôle de l'intégrité de la vitrine se fait au démarrage du dispositif et ensuite à chaque fois qu'une séquence multimédia est lancée par l'ordinateur, c'est à dire juste après un choc sur la vitrine.

Pour cela, un oscillateur à relaxation bâti à l'aide de l'amplificateur opérationnel IC22 de la figure 9 alimente une pompe à diodes et condensateurs C123, C124, C127, C128, C129, C130, D2S1, D2S2, D2S3, permettant d'obtenir une tension de 60 Volts aux bornes des condensateurs réservoirs C126 et C131. La valeur des condensateurs réservoir est grande devant la valeur des capacités statiques des céramiques ferroélectriques.

10 Une tension proche de 60 volts peut ainsi être appliquée aux bornes d'une des paires de transducteurs piézo-électriques sous la forme d'une rafale de 100 kHz obtenue par une séquence de commandes spécifiques des transistors T7, T13, T8, T14, T12, T9, T10, T11, T15 provenant du composant "wavepro3".

- 15 Pour déclencher le test d'intégrité, l'ordinateur envoie un ordre d'écriture à l'adresse de la carte +1. (Exemple, si l'adresse de la carte est H300, un ordre d'écriture est envoyé à l'adresse H301).

Cet ordre d'écriture se manifeste par un changement d'état des bits du bus d'adresses ainsi que des bits WRB, AEN du bus ISA, comme représenté

20 sur la figure 10. Ces bits arrivent en entrée du composant "wavepro3" qui decode ces états et active un bit interne servant d'entrée horloge à la bascule FF7.

- Toujours en référence à la figure 10, l'écriture à l'adresse de la carte +1 verrouille une bascule FF7 dans l'état 1, ce qui valide la mise en route du
- 25 compteur Général "Process counter". De la logique combinatoire sur les bits de sortie du compteur général permet de définir la durée de l'impulsion
- 30

électrique en mode rafale que l'on va appliquer à la paire de transducteur "Yplus".

Par exemple un ET logique sur les dix derniers bits inversés de poids forts du compteur général reste à l'état haut pendant les soixante quatre  
5 premières microsecondes du compteur général. La sortie de ce ET logique appelée "timburs" valide la mise en route pendant 64  $\mu$ s d'un oscillateur à relaxation de 100 kHz bâti à partir des composants externes R130, R129, C159 et des portes INV1 et NAND1 et crée une rafale de 7 périodes en logique HCMOS. Cette rafale appelée "7F100" alimente les grilles des  
10 transistors NMOS T7 et T13 de la figure 9, ces transistors commandant eux même en devenant passants l'état passant des PMOS T9 et T12.

En référence aux figures 9 et 10, l'inverse logique SINK de cette rafale alimente les grilles des transistors NMOS T8 et T14 chargés d'absorber le courant de décharge de la paire de transducteurs "Yplus". Une résistance  
15 R95 permet d'éviter que le courant de fuite des transistors PMOS T9 et T10 ne charge la paire de transducteurs piézo-électriques "Yplus".

Afin d'éviter que la rafale de 60 Volts n'endommage les amplificateurs de la voie analogique "Yplus", les transistors NMOS T10 et T11 sont maintenus à l'état bloqué (haute impédance) et T15 à l'état passant (basse  
20 impédance) pendant toute la durée de l'impulsion.

Il suffit pour cela d'appliquer le signal "timburs" sur la grille du transistor T15 et son inverse logique timbursb, qui commute au niveau haut non pas à la 64 ème période d'horloge ck mais à la 65ème (grâce à une fonction NAND sur le bit Q6 combiné à la sortie d'un AND sur les bits Q0 à  
25 Q5 inversés). Ceci permet en fait de garder les transistors T10 et T11 bloqués pendant une période d'horloge ck supplémentaire par rapport à la durée de la rafale, et évite les glitches haute tension à l'entrée de la voie amplificatrice YPLUS.

Une fois l'excitation électrique de la paire de transducteurs "Yplus" réalisée, le dispositif attend l'arrivée des paquets d'ondes sur les trois autres  
30 voies et procède à une mesure classique des différences de temps  $t_{Y+Y}$  et

( $t_{y+x}-t_{y-x}$ ) et du temps de relaxation à 100 kHz dans la plaque de verre. Ensuite un ordre de remise à zéro générale classique est envoyé à l'adresse de la carte afin de remettre le dispositif en attente d'un choc mécanique.

Le procédé qui vient d'être décrit est un procédé préféré de la présente invention car il évite de coller des transducteurs piézo-électriques supplémentaires dédiés à la tâche de test d'intégrité de la vitrine. Il est par ailleurs également possible de coller sur la vitrine des transducteurs dédiés à ce test.

En particulier, on peut envisager de coller des transducteurs dans les coins inférieurs droit et gauche de la vitrine, ce qui conduit à une plus grande couverture de la surface de la vitrine lors du test d'intégrité. Dans ce cas l'excitation des transducteurs se fait de façon séquentielle, et leur identification se fait via un décodage d'une valeur du Bus de données attribuée à chacun des transducteurs.

Un doublement du nombre de paires de transducteurs permet ainsi non seulement de mieux couvrir la surface de la vitrine lors d'un test d'intégrité, mais aussi d'améliorer la précision de la mesure dans les coins de la vitrine. Lorsque l'on choisit cette option, les quatres paires de transducteurs supplémentaires forment aussi un losange angulairement orienté à 45° du premier comme indiqué sur la figure 11. Une transformation mathématique simple permet de réaliser les changements de repères.

Le système selon l'invention comprend comme on l'a dit un ordinateur qui reçoit les signaux issus des circuits électriques de traitement. L'ordinateur peut, en fonction de ces signaux, commander l'exécution de fichiers contenus dans l'ordinateur par divers périphériques de types connus reliés à l'ordinateur tels que par exemple et de manière non limitative, un projecteur vidéo, des sources lumineuses, des haut-parleurs, une imprimante ou encore un boîtier d'automatismes commandant une action mécanique comme la fermeture d'un rideau de vitrine.

La vitrine constitue alors une interface dont une partie « active » que l'on appellera « cadre de travail » peut être activée de manière spécifique par

un choc ponctuel en un endroit (X, Y) précis, différentes zones du cadre de travail de la vitrine permettant comme on va le voir d'exécuter différents groupes de programmes respectifs de l'ordinateur.

5 Pour assurer un tel fonctionnement du système, dans lequel le cadre de travail de la vitrine est équivalent à l'écran de l'ordinateur sur lequel on peut cliquer en différents endroits avec une souris, il est nécessaire d'associer chaque point (X, Y) de la vitrine à un pixel de l'écran de l'ordinateur.

10 Pour cela, on effectue les opérations suivantes qui sont décrites en référence à la figure 12. En référence à cette figure, les symboles suivants seront utilisés :

$X_r$  = coordonnée X réelle cartésienne de l'impact calculée par l'intermédiaire de la position des capteurs par rapport à l'origine O du repère X, Y,

15  $Y_r$  = coordonnée Y réelle cartésienne de l'impact calculée par l'intermédiaire de la position des capteurs par rapport à l'origine O du repère X, Y,

L = largeur réelle du cadre de travail en mm,

l = hauteur réelle du cadre de travail en mm,

20  $N_{cx}$ ,  $N_{cy}$  : coordonnées en pixel du centre du cadre de travail,

C = centre du cadre de travail,

O = origine des coordonnées réelles.

- On marque visuellement l'origine O des coordonnées X, Y de la vitrine par exemple en appliquant en ce point une pastille adhésive de couleur ou un morceau de ruban adhésif,
- 25 • on réalise une image numérique de 640 x 480 pixels incluant l'origine O. Cette image numérique peut être réalisée en prenant une photo avec un appareil numérique ou en numérisant une photo de la vitrine,
- sur l'ordinateur, on dessine alors le cadre de travail désiré correspondant
- 30 à la zone de la vitrine qui pourra être activé par un utilisateur,

- on en déduit la dimension du cadre de travail en pixels. Dans l'exemple de la figure 11, la longueur L dans la direction X correspond à 309 pixels ( $N_{\max x}$ ) et la hauteur l selon la direction Y correspond à 257 pixels ( $N_{\max y}$ ),
- on établit alors une correspondance homothétique qui donne l'échelle du cadre de travail. Dans l'exemple de la figure 11, 309 pixels correspondent à 1400 mm qui est la longueur L physique du cadre de travail selon X et la largeur l de ce cadre qui physiquement de 1 164 mm correspond à 257 pixels,
- sur l'ordinateur, on pointe alors le curseur sur le point O qui est l'origine des coordonnées X, Y réelles de la vitrine et qui a comme on l'a dit été repérée visuellement et on déduit les coordonnées de ce point en pixels. Les coordonnées de O peuvent être positives ou négatives, le point O n'étant pas forcément compris dans le cadre de travail de la vitrine, toutefois ce point O origine des coordonnées réelles des points de la vitrine doit figurer sur l'image numérique de la vitrine,

Considérant alors un point q quelconque du cadre de travail et appartenant à une zone i, les coordonnées de q sont  $N_{xq}N_{yq}$  telles que définies par les formules suivantes :

$$\boxed{\begin{matrix} N_{xq} = \frac{x_r N_{\max x}}{L} + N_{\alpha} \\ N_{yq} = \frac{-y_r N_{\max y}}{\ell} + N_{\alpha} \end{matrix}} \quad \text{avec} \quad \begin{matrix} x_r = k_x \text{sign}(x_r) \sqrt{4 \left( \frac{4x_M^2 - \Delta l_x^2 v^2}{\Delta l_x^2 v^2} - \frac{\Delta l_y^2 v^2}{4y_M^2 - \Delta l_y^2 v^2} \right)} \\ y_r = k_y \text{sign}(y_r) \sqrt{4 \left( \frac{4y_M^2 - \Delta l_y^2 v^2}{\Delta l_y^2 v^2} - \frac{\Delta l_x^2 v^2}{4x_M^2 - \Delta l_x^2 v^2} \right)} \end{matrix}$$

- $k_x$  et  $k_y$  sont des coefficients valant +/- 1. Ils permettent de changer l'orientation des axes. En particulier, une erreur possible lors du câblage des capteurs consiste à se tromper sur l'orientation de l'axe X. Dans le repère du passant dans la rue, cliquer sur les X positifs (soit vers la droite de la vitrine lorsque l'on regarde la vitrine en étant dans la rue) correspond à un clic vers la gauche de la vitrine lorsque l'on regarde la vitrine à l'intérieur du magasin.

Par définition, l'axe des X positifs est celui de la rue, c'est à dire vers la droite de la vitrine lorsque l'on regarde la vitre en se tenant debout depuis la rue.

Dans les formules ci-dessus,  $\Delta t_x$  et  $\Delta t_y$  correspondent respectivement au différentiel du temps d'arrivée d'une onde acoustique générée par un choc au point q par les deux capteurs respectifs de la direction X et de la direction Y, et  $V$  est la célérité des ondes acoustiques dans la plaque. On notera que les quatre capteurs acoustiques ne sont pas nécessairement placés au bord de la vitrine.

Une fois cette correspondance établie, il est alors possible de définir une partition du cadre de travail de la vitrine en une pluralité de zones, chaque zone correspondant à un domaine de l'image numérique de la vitrine qui est stockée dans l'ordinateur et qui commande l'exécution d'une séquence prédéterminée de programmes par les divers périphériques évoqués plus haut.

Il est évidemment possible d'organiser à volonté les séquences associées à un domaine donné de l'image numérique. On peut ainsi associer à un domaine donné un programme exécutable ou plusieurs programmes exécutables se déclenchant successivement ou simultanément et pouvant mettre en œuvre un ou plusieurs périphériques.

Selon une caractéristique avantageuse de l'invention qui améliore son ergonomie et la fiabilité de son fonctionnement, on peut également prévoir dans les moyens logiciels de l'ordinateur un temporisateur qui neutralise la détection des ondes acoustiques pendant un intervalle de temps donné après la détection d'un impact. Un tel temporisateur permet d'éviter de détecter deux impacts successifs pouvant être générés par le rebond d'un objet utilisé pour activer la vitrine.

La durée de neutralisation de la réception pourra être par exemple de l'ordre de 300 millisecondes, la demanderesse ayant observé que de tels rebonds physiques d'un objet dur sur une plaque de verre se produisaient généralement 50 à 100 millisecondes après un impact initial.

On peut également selon l'invention prévoir des tests du bon fonctionnement du système :

- 5 • On peut ainsi vérifier le fonctionnement de la carte d'acquisition des signaux, en visualisant sur l'écran de l'ordinateur le lieu d'un impact physique sur la vitrine. Ceci permet de vérifier le bon positionnement géométrique du point correspondant au point d'impact sur l'image numérique de la vitrine et de détecter ainsi en particulier tout décalage ou toute erreur d'échelle.
- 10 • De plus, il est possible également d'afficher un paramètre quantifiant l'énergie associée à l'impact afin de procéder à un étalonnage pour déterminer la plage d'intensité d'impact souhaitée correspondant à un bon fonctionnement de la vitrine.

15 Il est également possible de procéder à des simulations de fonctionnement de la vitrine sans faire intervenir la vitrine et la carte d'acquisition, en déclenchant les séquences grâce à la souris de l'ordinateur qu'on positionne et qu'on actionne sur les domaines souhaités de l'image numérique du cadre de travail de la vitrine.

D'autres fonctionnalités avantageuses du système selon l'invention incluent :

- 20 • la sauvegarde globale des fichiers liés au fonctionnement de la vitrine (en particulier fichiers constituant les séquences associées à chacun des domaines de l'image numérique de la vitrine). Il est en effet nécessaire, une fois la vitrine complètement définie, d'effectuer une sauvegarde globale de toutes les données dans un répertoire spécifique du disque de l'ordinateur suivant les règles suivantes :
  - 25 > Tous les fichiers formant une séquence sont sauvegardés dans un répertoire portant le nom du domaine auquel cette séquence est associée,
  - 30 > Tous les répertoires des domaines se trouvent dans un répertoire unique contenant en plus le fichier source (.VIS) et les autres fichiers nécessaires (fichier de statistique que l'on évoquera ci-dessous,



image par défaut). Ce répertoire porte le même nom que le fichier source.

Ainsi, une vitrine est parfaitement définie par la connaissance d'un répertoire unique (facilité de sauvegarde, de transfert et de récupération).

- 5        Le contenu de ce répertoire unique peut ensuite être transféré dans le répertoire du disque dur d'un ordinateur identifié sur un réseau, la connexion à l'ordinateur distant pouvant se faire via un modem.

- 10       On peut également fournir une aide à un utilisateur sous la forme d'un texte ou d'une image explicitant toutes les actions possibles à un instant donné lorsqu'une séquence est en cours d'exécution ou décrivant le moyen de lancer une séquence lorsque le système est en état d'attente. Ce texte ou cette image peut figurer en bas de l'écran de l'ordinateur et peut également être projeté(e) par un périphérique sous forme d'une image lumineuse sur un écran associé à la vitrine ou sur une partie de la vitrine elle-même.

- 15       Il est également possible d'afficher, toujours sur l'écran de l'ordinateur et/ou à proximité ou sur la vitrine, une image par défaut pour montrer à un utilisateur potentiel un exemple pratique d'utilisation du système, consistant par exemple en une photo d'un personnage en train d'utiliser la vitrine.

- 20       On peut également prévoir un module statistique pour exploiter les informations recueillies par l'ordinateur, et indiquant en particulier le nombre d'impacts ayant été reçus pendant une période donnée par chaque zone du cadre de travail de la vitrine. Dans le contexte d'une exploitation commerciale par exemple, ceci permettrait de renseigner le propriétaire de la vitrine sur l'intérêt suscité par les différentes zones de la vitrine. Ce suivi peut être  
25       effectué en direct en affichant constamment le nombre d'impacts reçu par chaque zone.

- 30       On peut également, dans le cadre par exemple d'une vitrine de magasin, éteindre toutes les parties d'éclairage de la vitrine la nuit et programmer l'ordinateur pour déclencher alors l'éclairage de la vitrine suite à un choc sur une partie quelconque ou prédéterminée du cadre de travail de la vitrine.

Enfin, il est possible d'étendre les fonctionnalités du système en prévoyant par exemple des moyens complémentaires de communication avec l'utilisateur, comme par exemple un clavier grâce auquel un utilisateur peut rentrer un certain nombre de renseignements pour s'inscrire, pour  
5 demander des informations complémentaires ou encore pour s'identifier suite à une inscription et demander alors des informations réservées.

Un tel système d'identification est une alternative efficace aux moyens d'enregistrement de la parole évoqués plus haut lorsque le bruit environnant ne permet pas la mise en œuvre de tels moyens d'enregistrement sonore.

10

## REVENDEICATIONS

5

1. Dispositif d'acquisition de coordonnées de points d'interaction d'une source acoustique avec la surface d'une plaque (10) de dimensions finies comprenant un ensemble de capteurs acoustiques (SMC1 à SMC4) formés chacun d'une paire de transducteurs piézo-électriques (PZT1, PZT2) situés en vis-à-vis de part et d'autre de la plaque, le dispositif comprenant des moyens de traitement pour déterminer les coordonnées dudit point d'interaction par l'analyse de la différence de temps de propagation des ondes acoustiques émises par la source vers les différents capteurs, dispositif caractérisé en ce que les moyens de traitement comprennent en association avec chaque capteur (SMC1 à SMC4) un circuit électronique respectif (D1 à D4) comprenant en cascade des moyens pour effectuer une préamplification large bande, et des moyens d'amplification sélective (IC2G\$2) centrée sur une première fréquence prédéterminée.

20

2. Dispositif selon la revendication 1 caractérisé en ce que les capteurs sont au nombre de quatre et les transducteurs piézo-électriques de chaque capteur sont des disques céramiques piézo-électriques collés de part et d'autre de la plaque, de manière à ce que les quatre capteurs forment sur la plaque les sommets d'un losange dont le centre constitue l'origine (O) des coordonnées.

25

3. Dispositif selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que ladite première fréquence prédéterminée est de l'ordre de 100 kHz et lesdits moyens d'amplification sélective centrée comprennent un amplificateur sélectif (IC2G\$2) pour détecter la fraction d'énergie engendrée par la source au voisinage de ladite première fréquence prédéterminée.

30

4. Dispositif selon les revendications 2 et 3, caractérisé en ce que la localisation d'un point d'interaction de la source avec la plaque consiste à extraire la composante fréquentielle ultrasonore au voisinage de 100 kHz
- 5 engendrée par l'impact d'un objet dur tel que l'ongle du doigt, une clef métallique, un stylo à bille, une matière plastique dure et à déterminer la différence des temps de vol entre deux capteurs d'une première paire (SMC1, SMC2) d'une part et deux capteurs d'une deuxième paire (SMC3, SMC4) d'autre part, de sorte que les coordonnées cartésiennes du point
- 10 d'impact  $(x_r, y_r)$  sur la plaque soient données par la formule :

$$x_r = k_x \text{sign}(x_r) \sqrt{\frac{4x_M^2 - \Delta t_x^2 v^2 + \Delta t_y^2 v^2}{4 \left( \frac{4x_M^2 - \Delta t_x^2 v^2}{\Delta t_x^2 v^2} - \frac{\Delta t_y^2 v^2}{4y_M^2 - \Delta t_y^2 v^2} \right)}}$$

$$y_r = k_y \text{sign}(y_r) \sqrt{\frac{4y_M^2 - \Delta t_y^2 v^2 + \Delta t_x^2 v^2}{4 \left( \frac{4y_M^2 - \Delta t_y^2 v^2}{\Delta t_y^2 v^2} - \frac{\Delta t_x^2 v^2}{4x_M^2 - \Delta t_x^2 v^2} \right)}}$$

où  $x_M$  et  $y_M$  désignent la position

- des capteurs par rapport au centre (O) du losange,  $v$  la vitesse du mode de Lamb antisymétrique dans la plaque,  $\Delta t_x$  (respectivement  $\Delta t_y$ ) la différence des temps de propagation du paquet d'onde engendré par l'impact entre les
- 15 capteurs de la première paire (SMC1, SMC2) (respectivement de la deuxième paire (SMC3, SMC4)),  $k_x$  (respectivement  $k_y$ ) des coefficients valant 1 ou -1 et  $\text{sign}(x_r)$ ,  $\text{sign}(y_r)$  les signes des coordonnées  $x_r$  et  $y_r$ .

5. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en
- 20 ce que lesdits circuits électroniques (D1 à D4) associés aux capteurs respectifs (SMC1 à SMC4) comprennent en cascade un étage préamplificateur large bande, un étage élévateur au carré (IC3), un étage détecteur de crête (IC4G\$1, IC4G\$2), un étage intégrateur (IC5), et un étage d'adaptation à un niveau logique.

6. Dispositif selon la revendication 5, caractérisé en ce que ledit niveau logique est du type CMOS.

7. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que les circuits électroniques (D1 à D4) associés aux capteurs respectifs comprennent en amont desdits moyens d'amplification sélective une dérivation (BFX-) vers des moyens d'analyse d'au moins une autre composante spectrale afin de caractériser la nature de la source acoustique ou des dimensions de la source.

10

8. Dispositif selon la revendication 7, caractérisé en ce que les moyens d'analyse comprennent au moins un filtre sélectif passe-bande centré individuellement sur une fréquence de centrage prédéterminée différente de ladite première fréquence prédéterminée, et les moyens de traitement comprennent en aval desdits circuits électroniques associés aux capteurs respectifs un module logique programmable (Wavepro3)

9. Dispositif selon la revendication 8, caractérisé en ce que ladite fréquence de centrage est située dans le spectre audible, de préférence dans la limite supérieure du spectre audible.

10. Dispositif selon la revendication 8 ou 9, caractérisé en ce que ledit module logique programmable comprend un composant logique apte à déterminer si un signal généré par la source dans la plaque comprend des composantes significatives à la fois autour de la première fréquence prédéterminée et autour de la ou les fréquence(s) de centrage.

11. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il est prévu des moyens pour déterminer l'intensité d'un signal transmis par la source à la plaque autour de la première fréquence prédéterminée.

12. Dispositif selon la revendication 11, caractérisé en ce que lesdits moyens de détermination d'intensité comprennent des moyens pour mesurer sous forme d'une réverbération le nombre d'échos sur les bords de la plaque d'une onde acoustique générée autour de la première fréquence  
5 prédéterminée par une interaction de la source et de la plaque.

13. Dispositif selon la revendication 12, caractérisé en ce qu'il est prévu pour mesurer la réverbération un compteur 12 bits (CLKi) alimenté par  
10 la sortie (AMPX-, AMPX+, AMPY-, AMPY+) des moyens d'amplification sélective centrée sur une première fréquence prédéterminée issue d'un des capteurs et adaptée à la logique CMOS.

14. Dispositif selon la revendication 13, caractérisé en ce que le  
15 compteur d'impact (CLKi) est activé par une horloge stable, le comptage étant autorisé aussi longtemps que l'enveloppe des échos successifs du train d'ondes engendré dans la plaque au voisinage de la première fréquence prédéterminée reste au dessus d'un seuil déterminé.

20 15. Dispositif selon l'une des revendications 12 à 14, caractérisé en ce qu'il est également prévu des moyens pour déterminer l'intensité d'un signal transmis par la source à la plaque autour d'au moins une fréquence de centrage différente de la première fréquence prédéterminée.

25 16. Dispositif selon la revendication 15, caractérisé en ce qu'il est également prévu au moins un autre compteur (BF) associé individuellement à une fréquence de centrage et apte à comptabiliser le nombre d'échos sur les bords de la plaque d'une onde acoustique générée autour de ladite fréquence de centrage associée par une interaction de la source et de la  
30 plaque.

17. Dispositif selon la revendication 15 ou 16, caractérisé en ce qu'il est prévu des moyens pour déterminer la nature de la source en fonction de l'intensité du signal transmis de la source à la plaque autour de la première fréquence prédéterminée et de la ou des fréquence(s) de centrage.

5

18. Dispositif selon l'une des revendications 11 à 17, caractérisé en ce qu'il est prévu des moyens pour envoyer à un utilisateur un message lumineux via un périphérique relié aux moyens de traitement, lui indiquant si une interaction a généré un signal acoustique se trouvant dans une plage de réverbération désirée.

10

19. Dispositif selon l'une des revendications 11 à 18, caractérisé en ce que selon une valeur seuil atteinte par un ou plusieurs compteurs associés chacun individuellement à une fréquence, le dispositif est apte à déclencher des actions préventives pour la sécurité de la plaque, par exemple en actionnant une alarme ou en déclenchant la fermeture d'un rideau métallique recouvrant la plaque.

15

20. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que la source est apte à exciter la plaque sans que ladite plaque transmette à l'environnement ambiant des ondes sonores.

20

21. Dispositif selon la revendication 20, caractérisé en ce que la source est un stylet (100) dont un corps principal longitudinal creux (101) comprend une source d'énergie électrique (102), un générateur d'impulsions électriques (103) apte à être alimenté par la source d'énergie électrique, un disque piézo-électrique en céramique (104) apte à être excité par le générateur d'impulsions pour amener en résonance longitudinale une cavité (105) du corps principal remplie d'un composant ayant une impédance mécanique comparable à celle du matériau constituant le corps principal,

25

30

ladite cavité du corps principal étant fermée par une pastille (107) réalisée dans un matériau mou d'impédance comparable tel que du silicone.

22. Dispositif selon la revendication 21, caractérisé en ce que le  
5 générateur d'impulsions électriques est apte à émettre en continu des rafales d'impulsions autour de 100 kHz et le corps principal creux est réalisé dans une matière entrant en résonance autour de cette fréquence, par exemple une matière plastique.

10 23. Dispositif selon la revendication 21 ou 22, caractérisé en ce que le composant remplissant ladite cavité du corps principal est un liquide antigel (106).

24. Dispositif selon l'une des revendications 21 à 23, caractérisé en  
15 ce que le stylet comporte un interrupteur d'alimentation pour contrôler l'émission des ondes acoustiques.

25. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 19, caractérisé en  
ce que la plaque est apte à être excitée par une onde de compression  
20 générée par la voix d'un utilisateur, et la sortie de l'étage de préamplification large bande (BFX-, BFX+) d'au moins un des circuits électroniques associés aux capteurs respectifs est dérivée vers des amplificateurs passe-bas, par exemple des filtres de Bessel d'ordre 6 limités à la bande audible.

25 26. Dispositif selon la revendication 25, caractérisé en ce que la sortie desdits amplificateurs passe-bas est déroutée vers un connecteur de sortie de type Jack stéréo et par la suite vers une carte d'acquisition audio.

27. Dispositif selon la revendication 25 ou 26, caractérisé en ce  
30 qu'un ou plusieurs filtres électroniques coupe bande sont insérés à la suite



des filtres passe-bas pour compenser les résonances propres de la plaque à certaines fréquences.

28. Dispositif selon l'une des revendications 25 à 27, caractérisé en ce qu'il comprend un filtre logiciel à fonction de transfert inverse de la réponse fréquentielle acousto-électrique de la plaque sur une bande de fréquence donnée de quelques kiloHertz, pour traiter les signaux audio provenant de la plaque de verre.

29. Dispositif selon l'un des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'un des capteurs est apte à être commuté en émetteur d'un paquet d'ondes ultrasonores afin de déclencher un test d'intégrité de la plaque comprenant la mesure :

- des différence de temps de propagation ( $t_{y+y-}$ ,  $t_{y+x-}$ ,  $t_{y+x+}$ ) du paquet d'ondes entre les différents capteurs,
- et de la réverbération du paquet d'ondes grâce à un compteur d'impacts,

et le dispositif comprend des moyens pour comparer ladite valeur de réverbération à des valeurs de référence et des moyens pour déclencher des actions préventives pour la sécurité de la plaque, par exemple en actionnant une alarme ou la fermeture d'un rideau métallique recouvrant la plaque.

30. Dispositif selon la revendication 29, caractérisé en ce que le test d'intégrité est déclenché par une instruction d'écriture à une adresse mémoire, mettant en route un compteur général et un oscillateur (R130, R129, C159) à partir duquel une rafale logique (SOURC) et son inverse logique (SINK) sont aptes à actionner les grilles de composants électroniques commandant l'adaptation de la rafale logique à une tension plus élevée appliquée au capteur commuté en émetteur, ladite tension plus élevée étant obtenue à l'aide de l'oscillateur et d'une pompe à diodes reliée à des condensateurs réservoirs (C126, C131).

31. Dispositif selon la revendication 30, caractérisé en ce que l'oscillateur est un oscillateur à relaxation opérant à environ 100 kHz, ladite tension plus élevée est de l'ordre de 60 Volts et lesdits composants électroniques sont des transistors NMOS (T7,T13,T8,T14) et PMOS (T12,T19).

32. Dispositif selon la revendication 30 ou 31, caractérisé en ce que l'étage d'entrée (AOPY+) du circuit électronique associé au capteur commuté en émetteur est protégé de la rafale de tension plus élevée par des transistors de commutation NMOS (T11, T18) bloqués pendant la rafale et passants lorsque le capteur apte à être commuté en émetteur est en mode réception.

33. Dispositif selon l'une des revendications 29 à 32, caractérisé en ce que le test d'intégrité de la plaque se fait au démarrage du dispositif et juste après une interaction entre la source et la plaque.

34. Dispositif selon l'une des revendications 29 à 33 caractérisé en ce que des paires de transducteurs supplémentaires sont dédiées au test d'intégrité.

35. Dispositif selon les revendications 2 et 34 prises en combinaison, caractérisé en ce que les paires de transducteurs supplémentaires sont également au nombre de quatre et définissent un deuxième losange orienté à 45° par rapport au losange des capteurs, les paires de transducteurs supplémentaires participant également à la mesure de coordonnées de points d'interaction entre la source et la plaque.

36. Dispositif selon l'une des revendications précédentes constituant une interface périphérique avec une machine qui reçoit les

signaux issus des moyens de traitement, et qui en fonctions des dits signaux commande l'exécution de fichiers contenus dans l'ordinateur par divers périphériques de types connus reliés à l'ordinateur tels que par exemple de manière non limitative un projecteur vidéo, des sources lumineuses, des haut-parleurs, une imprimante, ou encore un boîtier d'automatismes commandant une action mécanique comme la fermeture d'un rideau de protection.

37. Dispositif selon la revendication 36, caractérisé en ce que ladite machine est un ordinateur muni d'un écran.

38. Dispositif selon la revendication 37, caractérisé en ce qu'un pixel de coordonnées  $(N_{cx}, N_{cy})$  à l'écran de l'ordinateur montrant une image de la plaque est associé à un point physique de la plaque de coordonnées  $(x_r, y_r)$ , la conversion des coordonnées comprenant les opérations suivantes :

- a) marquage visuel du centre (O) des capteurs,
- b) enregistrement d'une image numérique incluant l'origine (O),
- c) délimitation sur l'image numérique d'un cadre de travail de centre C, et calcul de la longueur ( $N_{maxX}$ ) et de la hauteur ( $N_{maxY}$ ) en pixels du cadre de travail,
- d) définition d'une correspondance homothétique qui donne l'échelle du cadre de travail, c'est à dire la longueur L et la hauteur l en millimètres correspondant sur la plaque au cadre de travail dessiné,
- e) positionnement sur l'image numérique d'un curseur pointant sur le centre des capteurs, c'est à dire sur l'origine des coordonnées réelles  $(x_r, y_r)$  de la plaque, repérée visuellement en a),

de sorte qu'un pixel (q) de coordonnées  $N_{xq}, N_{yq}$  quelconque du cadre de travail sera relié à ses coordonnées réelles  $(x_r, y_r)$  selon la formule :

$$\begin{aligned} N_{xq} &= \frac{x_R N_{\max x}}{L} + N_{cx} \\ N_{yq} &= \frac{-y_R N_{\max y}}{\ell} + N_{cy} \end{aligned}$$

- 5            39. Dispositif selon la revendication 38 caractérisé en ce qu'une portion de la plaque définie comme cadre de travail équivalent à l'écran de l'ordinateur est divisible en zones de formes quelconques, chaque zone correspondant à un domaine de l'image numérique de la plaque qui est stockée dans l'ordinateur et qui est apte à être activée par une interaction à
- 10 un endroit  $(x_r, y_r)$  de la plaque appartenant à la zone, pour commander l'exécution de différents groupes de programmes de l'ordinateur.

40. Dispositif selon l'une des revendications 37 à 39 caractérisé en ce que l'ordinateur est apte à procéder à l'une au moins des opérations
- 15 suivantes :

- une temporisation qui neutralise la détection des ondes acoustiques pendant un intervalle de temps donné après la détection d'une interaction de la source et de la plaque,
- des tests de bon fonctionnement d'une carte d'acquisition des signaux, en

20 visualisant sur l'écran de l'ordinateur le lieu d'un impact physique sur la plaque ainsi que la valeur de compteurs d'impacts,

- une simulation du fonctionnement de la plaque sans faire intervenir la plaque et la carte d'acquisition, en déclenchant les séquences grâce à la souris de l'ordinateur qu'on positionne et qu'on actionne sur les domaines

25 souhaités de l'image numérique du cadre de travail de la plaque,

- une sauvegarde globale des fichiers de l'ordinateur liés au fonctionnement de la plaque (en particulier les fichiers constituant les

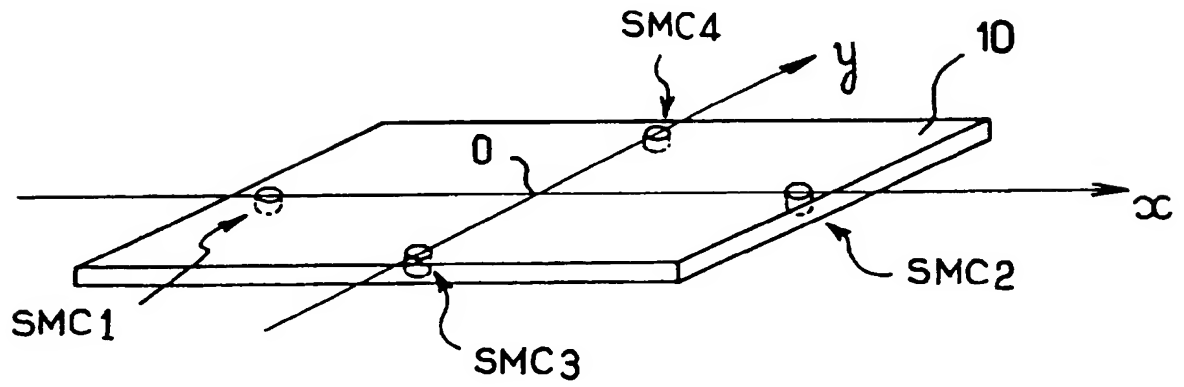
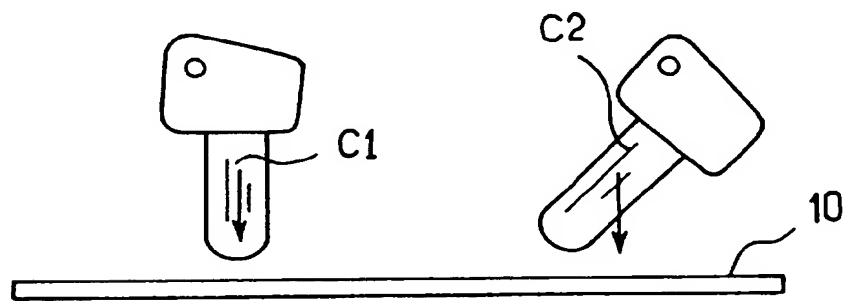
séquences associées à chacun des domaines de l'image numérique de la plaque) selon les règles suivantes :

- a) tous les fichiers formant une séquence sont sauvegardés dans un répertoire portant le nom du domaine auquel cette séquence est associée;
- b) tous les répertoires des domaines se trouvent dans un répertoire unique contenant en plus le fichier source,
- une aide à un utilisateur sous forme d'un texte ou d'une image explicitant toutes les actions possibles à un instant donné lorsqu'une séquence est en cours d'exécution ou décrivant les moyens de lancer une séquence lorsque le dispositif est en état d'attente,
- un module statistique pour exploiter les informations recueillies par l'ordinateur, et indiquant en particulier le nombre d'interactions ayant été effectuées pendant une période donnée avec chaque zone du cadre de travail de la plaque.

41. Dispositif selon l'une des revendications précédentes caractérisé par des moyens complémentaires permettant le déclenchement par exemple la nuit de l'éclairage de la plaque ou d'une zone de la plaque suite à un choc sur une partie quelconque ou prédéterminée du cadre de travail de la plaque.

42. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que les transducteurs constitutifs de chaque capteur (SMC1, SMC2, SMC3, SMC4) sont connectés à un pont de résistances associé au capteur avant d'attaquer les entrées (AOPX-, AOPX+, AOPY-, AOPY+) des préamplificateurs large bande des circuits électroniques associés au capteur.

43. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que la plaque est en verre.

FIG. 1FIG. 2

2 / 9

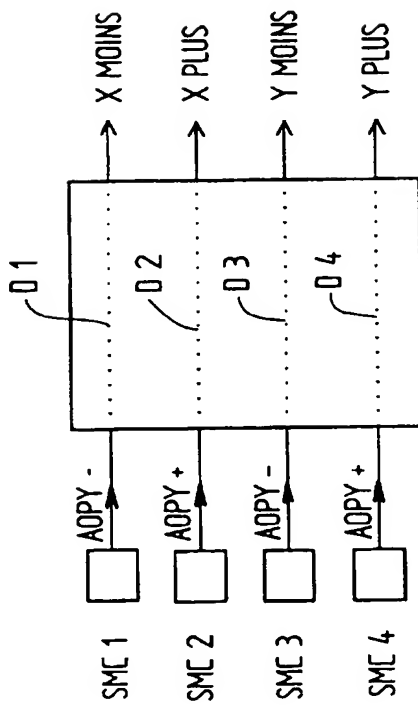


FIG. 3a

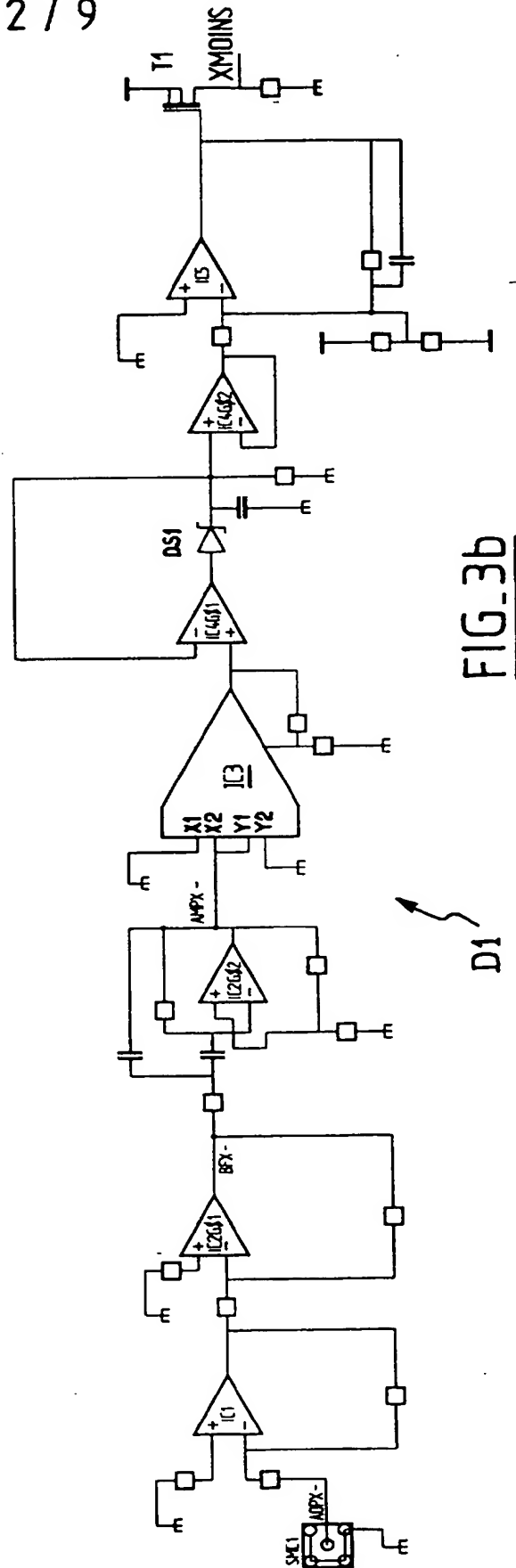
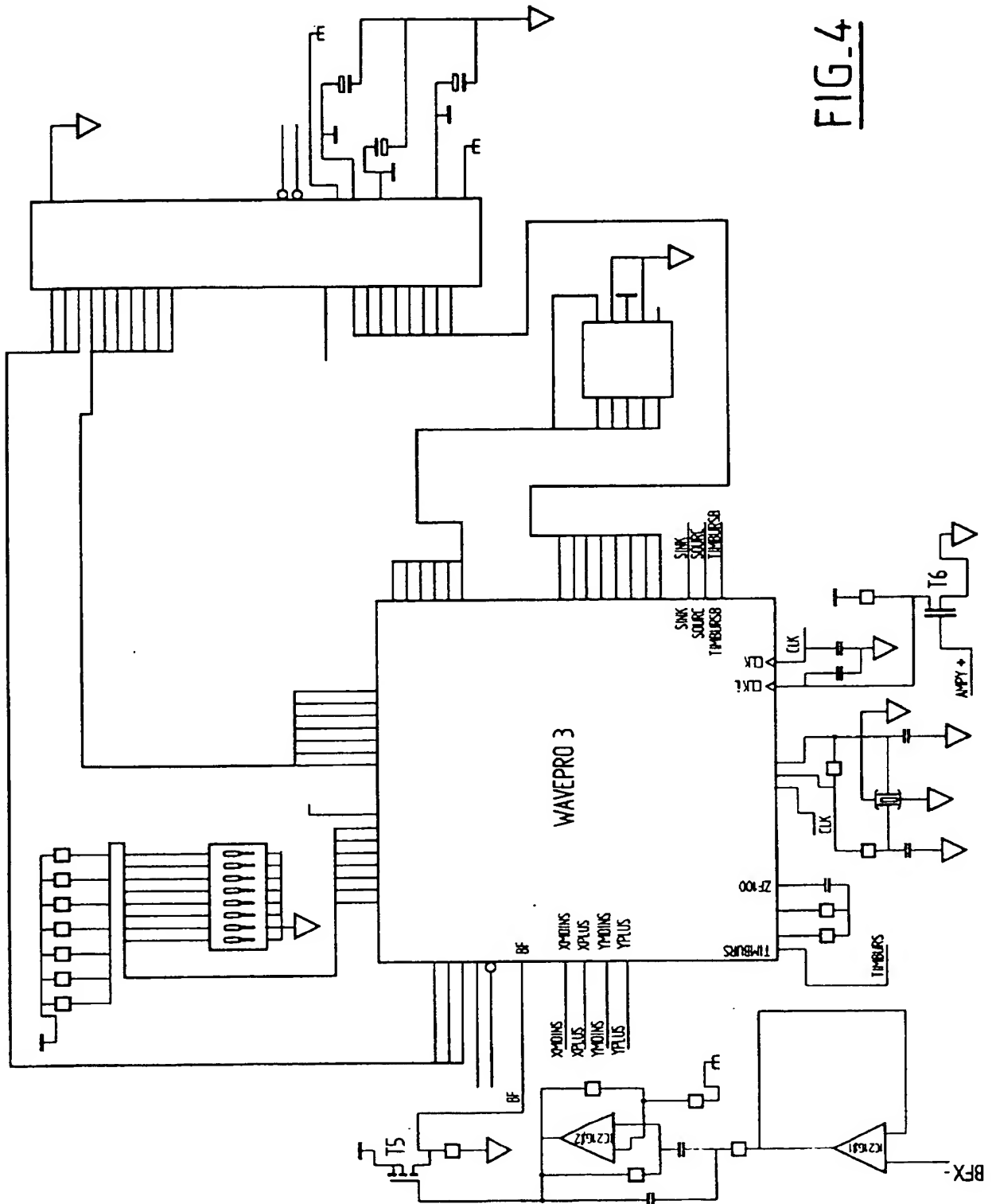


FIG. 3b





4 / 9

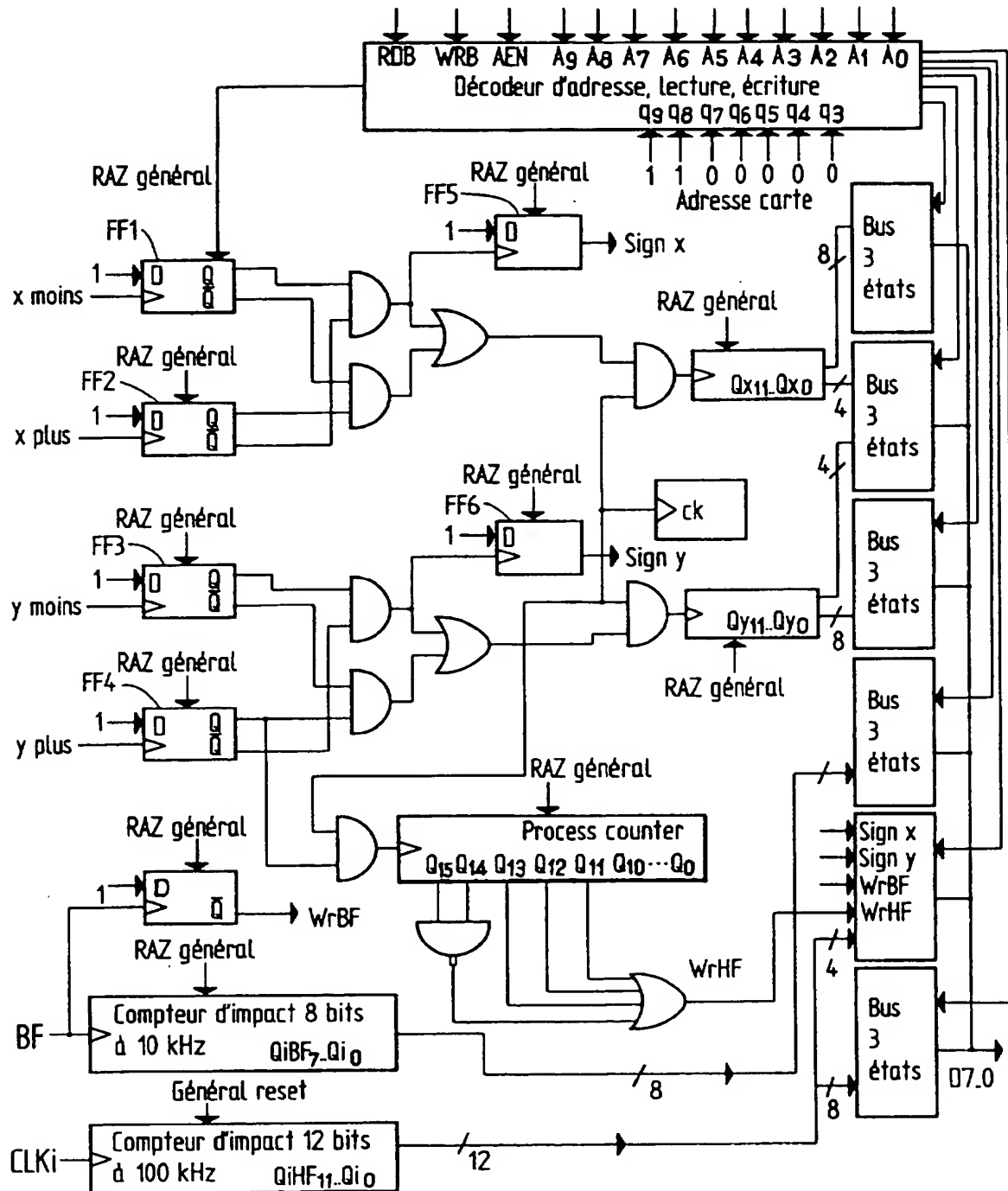


FIG. 5

5 / 9

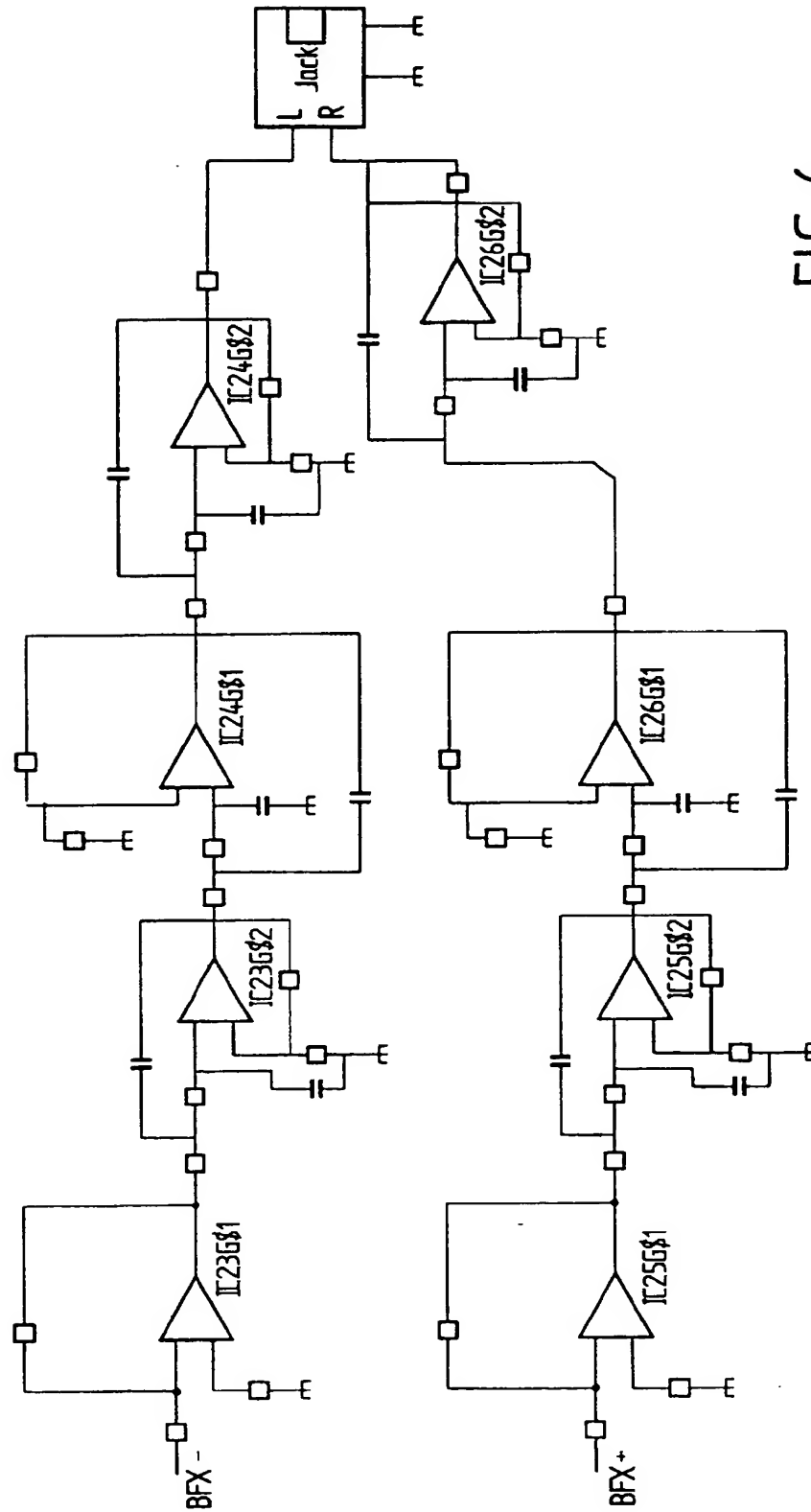
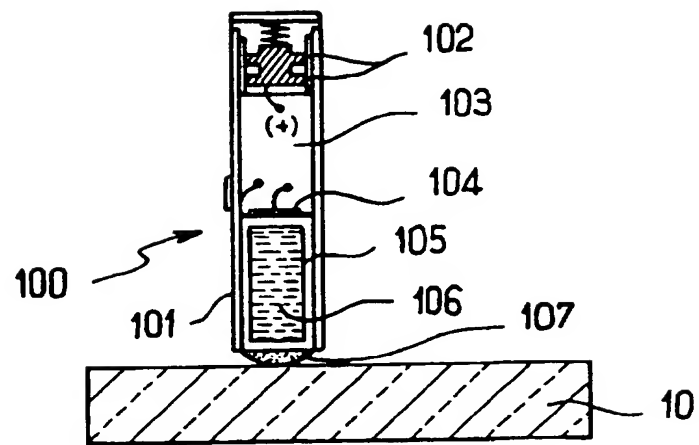


FIG. 6

6 / 9

FIG. 7

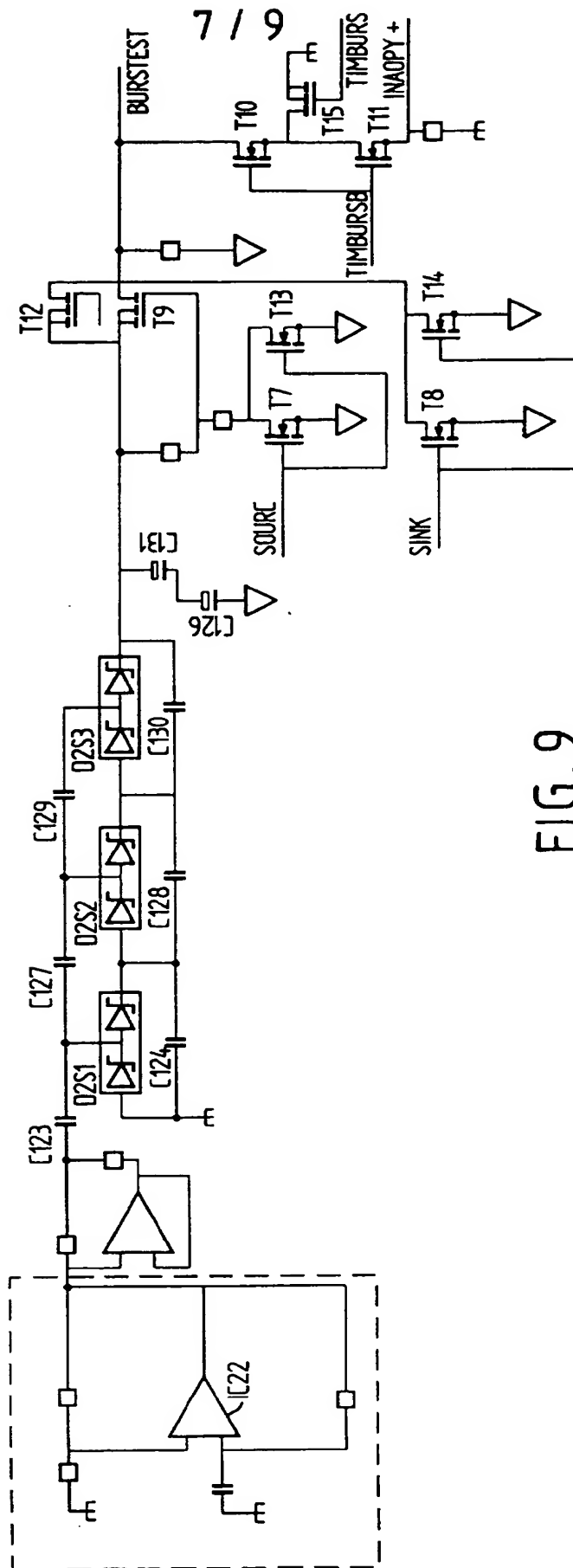


FIG. 9

8 / 9

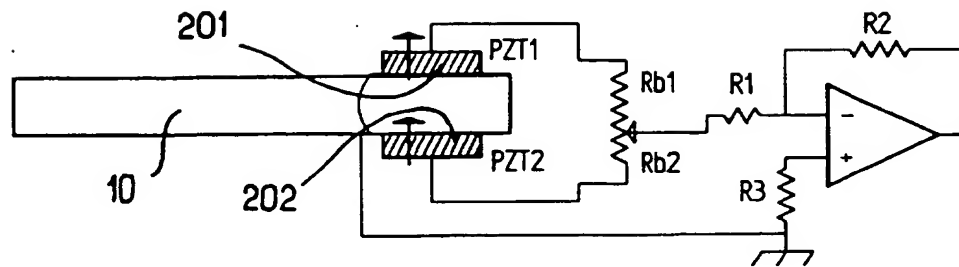


FIG. 8

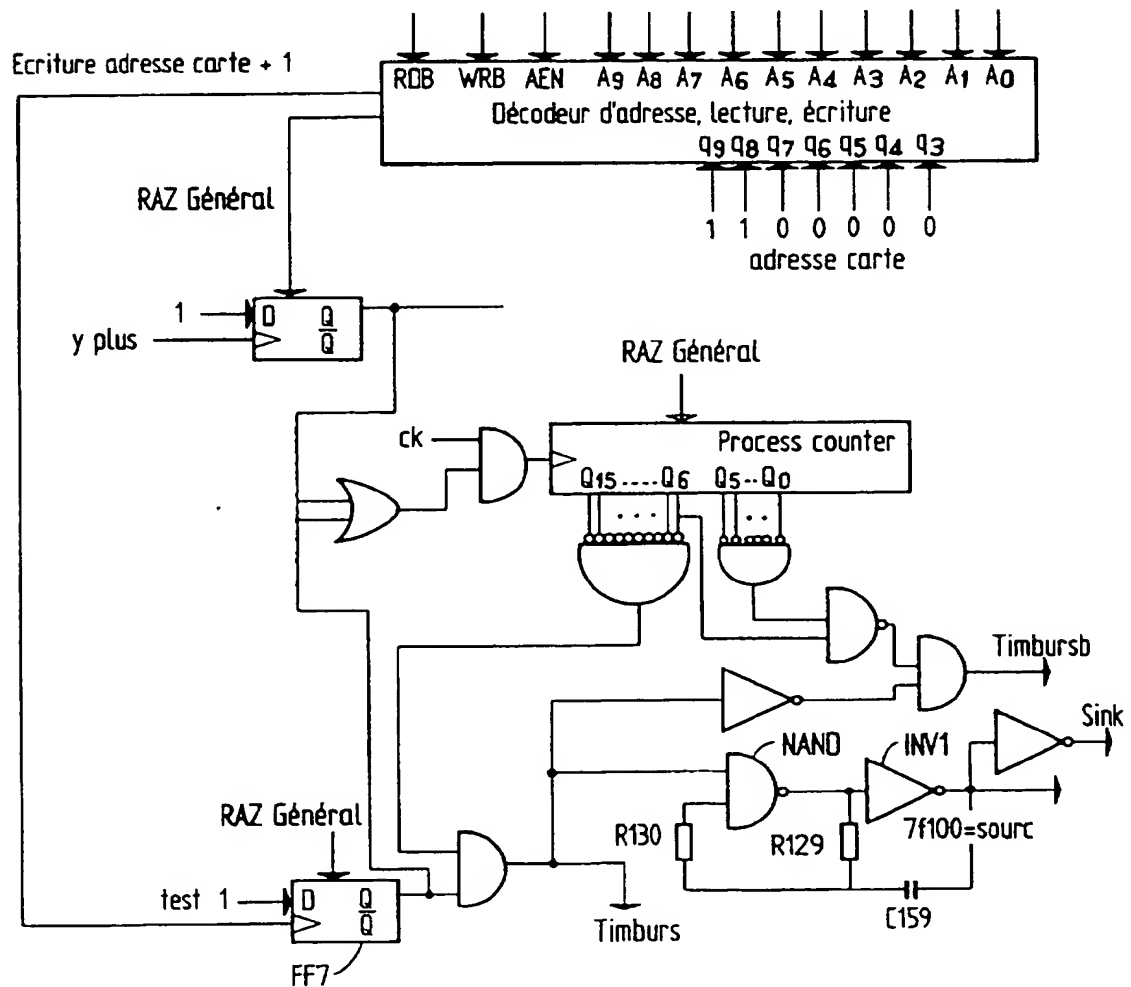
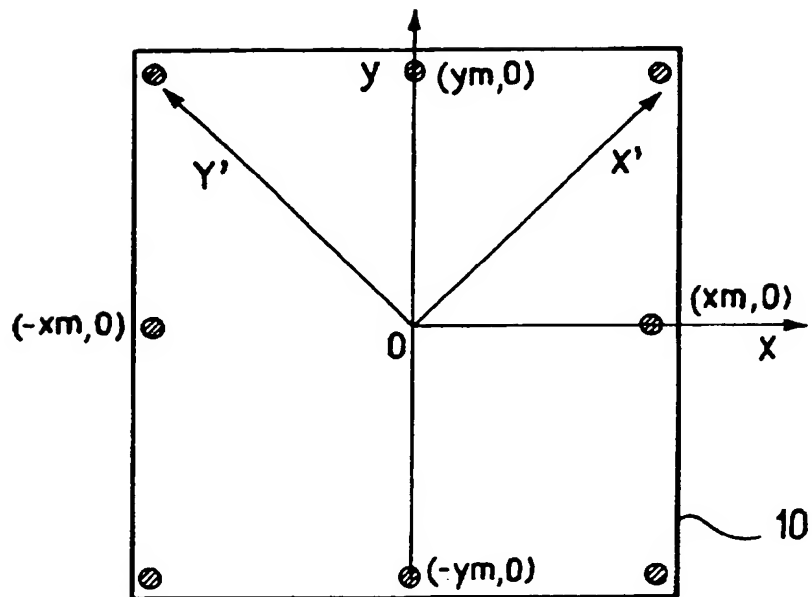
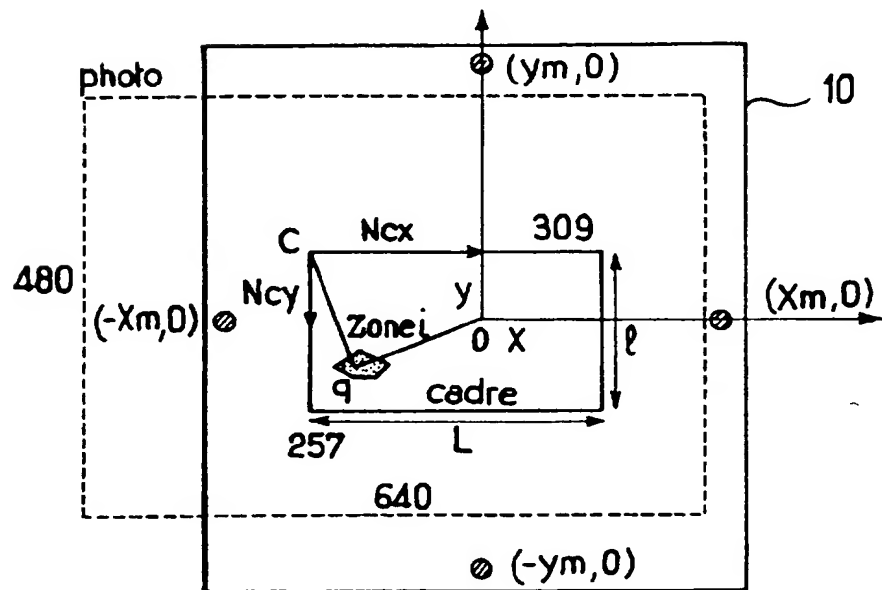


FIG. 10

FIG. 11FIG. 12

RAPPORT DE RECHERCHE  
PRÉLIMINAIREétabli sur la base des dernières revendications  
déposées avant le commencement de la rechercheN° d'enregistrement  
nationalFA 569007  
FR 9816229

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		Revendications concernées de la demande examinée
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	
D, A	WO 96 11378 A (UNIV PARIS CURIE ;NIKOLOVSKI JEAN PIERRE (FR); FOURNIER DANIELE (F) 18 avril 1996 (1996-04-18) * page 16, ligne 27 - page 18, ligne 2; figure 15 * * page 27, ligne 34 - page 31, ligne 15 *	1-5, 11, 20-24, 36, 37, 43
A	EP 0 585 842 A (CANON KK) 9 mars 1994 (1994-03-09) * colonne 5, ligne 26 - colonne 6, ligne 35 * * colonne 9, ligne 44 - colonne 10, ligne 21 *	1, 2, 5, 21, 43
A	EP 0 735 503 A (CANON KK) 2 octobre 1996 (1996-10-02) * colonne 2, ligne 52 - colonne 4, ligne 45 *	1, 2, 35
		DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.CL.6)
		G06K
Date d'achèvement de la recherche		Examineur
10 septembre 1999		Bailas, A
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES		
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : pertinent à l'encontre d'au moins une revendication ou arrière-plan technologique général O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		
T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant		

1

EPO FORM 1503 (3.82) (P04C13)

This Page Blank (uspto)